

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Разработка технологического процесса изготовления штекера</b>

УДК: 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л61	Шумилин Антон Петрович		22.05.21

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Цыганков Р.С.			

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель	Цыганков Роман Сергеевич			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	канд. эконом. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Е.А	канд. техн. наук		

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении.
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<b><i>Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств</i></b>	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»  
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### **ЗАДАНИЕ** **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Л61	Шумилину Антону Петровичу

Тема работы:

<b>Разработка технологического процесса изготовления штекера</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2021
--	------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<b>Техническое задание:</b>  Чертёж детали «Штекер»  5000шт./год  Материал - ЛС 59-1  Особых требований нет
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</p> <p>Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления, схема сборки.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Технологический</p>	<p>Цыганков Р.С.</p>
<p>Конструкторский</p>	<p>Цыганков Р.С.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева И.Л.</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>Трубченко Т.Г.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>16.12.2020</p>
--	-------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОМ	Цыганков Р. С.			16.12.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л61	Шумилин Антон Петрович		16.12.2020

## Реферат

Выпускная аттестационная работа 94 страниц, 11 рисунков, 21 таблица, 12 источников, 4 приложения.

ШТЕКЕР, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ.

Целью работы является разработка технологической документации на изготовление детали «Штекер» с применением оборудования с ЧПУ.

В процессе исследования был выполнен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс, подобраны средства технологического оснащения для изготовления детали, подобраны режимы резания и рассчитаны минимальные припуски на обработку детали, произведен размерный анализ и построено граф дерево для технологического процесса. В финансовой части проекта был выполнен расчет сметы затрат на выполнение проекта и оценка экономической эффективности проекта. Выявлены вредные и опасные факторы и предложены мероприятия для устранения этих факторов. В результате исследования был разработан технологический процесс изготовления детали «Штекер», написана управляющая программа и карта наладки для токарного станка с ЧПУ, разработана принципиальная схема специального приспособления и рассчитано усилие зажима детали.

## **A bstract**

Graduation work of certification 94 pages, 11 figures, 21 tables, 12 sources, 4 applications.

STEKER, TECHNOLOGICAL PROCESS, OPERATING PROPERTIES, CUTTING MODES, TECHNOLOGY OF THE DESIGN.

The purpose of the work is to develop technological documentation for the manufacture of parts "Plug" using CNC equipment.

During the study, an analysis of the manufacturability of the part was carried out, a technological process was developed, technological equipment was selected for the manufacture of the part, the cutting conditions were selected and the minimum allowances for the processing of the part were calculated, dimensional analysis was performed, and a graph tree was constructed for the technological process. In the financial part of the project, an estimate was made of the cost of the project and an assessment of the economic efficiency of the project. Harmful and dangerous factors were identified and measures were proposed to eliminate these factors. As a result of the study, the “Plug” part manufacturing process was developed, a control program and a setup map for a CNC lathe were written, a circuit diagram of a special tool was developed, and the clamping force of the part was calculated.

## **Нормативные ссылки**

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14.204-73 Требования к технологичности конструкции.

ГОСТ 2590-2014 Химический состав ЛС 59-1.

ГОСТ 17535-77 Типовые технологические процессы.

ГОСТ Р 56828.37-2018 Наилучшие доступные технологии.

ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция.

ГОСТ 14861-91 Тара производственная. Типы.

ГОСТ 22735-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком, оснащенные пластинами из твердого сплава. Основные размеры.

ГОСТ 24900-81 Хвостовики державок цилиндрические для токарных станков.

ГОСТ 2675-80 Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры.

ГОСТ 18883-2006 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки отверстий. Конструкция и размеры.

ГОСТ 782-59 Смазка УН (вазелин технический). Технические требования.

ГОСТ 3.1109 – 82 Единая система технологической документации. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия.

ГОСТ 868-82 Нутромеры с ценой деления 0,01 мм. Технические условия.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ЧПУ – Числовое программное управление

КИМ – коэффициент использования материала

ТПП – Типовой технологический процесс



## Оглавление

Введение.....	11
1. Проектирование технологии изготовления детали «Штекер».....	12
1.1 Назначение и конструкция детали.....	12
1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа.....	13
1.3 Определение типа производства.....	15
1.4 Выбор заготовки.....	16
1.5 Маршрут обработки.....	17
1.6 Размерный анализ спроектированного техпроцесса.....	22
1.7 Выбор и расчет режимов резания.....	29
1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	31
1.9 Расчет норм времени.....	35
2. Проектирование специального станочного приспособления.....	44
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	44
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.....	44
2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.....	45
2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления.....	48
2.5 Описание конструкции и принцип работы приспособления.....	50
2.6 Проектирование технологии сборки приспособления.....	52
Заключение.....	53
3. Социальная ответственность.....	54
3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	55
3.2 Производственная безопасность.....	56
3.3 Экологическая безопасность.....	61
3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	62
Вывод.....	64

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	65
4.1 Организация и планирование работ.....	66
4.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта.....	73
4.3 Оценка экономической эффективности проекта.....	79
Вывод .....	85
Заключение по ВКР.....	87
Список литературы.....	88
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	
Приложение Г	

## **Введение**

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс изготовления штекера.

Предметами исследования выпускной квалификационной работы являются: выбор заготовки для производства детали, определение размеров и припусков, выбор основного оборудования, технологической оснастки, режущего и мерительного инструмента, расчёт режимов резания и норм времени на обработку детали

Проектируемый технологический процесс должен являться оптимальным вариантом решения проектной задачи. Предлагается применить технологический процесс, который даёт возможность использовать высокопроизводительное оборудование и инструмент, обеспечивающие стабильность качества, применить приспособления, спроектированные для данной детали.

Проектирование технологического процесса позволит повысить коэффициент загрузки оборудования без его переналадки, повысить производительность и снизить себестоимость изделия.

# 1 Проектирование технологии изготовления детали «Штекер»

## 1.1 Назначение и конструкция детали

Штекер применяется для соединения различных датчиков и присоединения их к приборам.

Разработать технологический процесс изготовления детали «штекер».  
Чертеж детали представлен на рисунке 1. Годовая программа выпуска: 5000 штук.

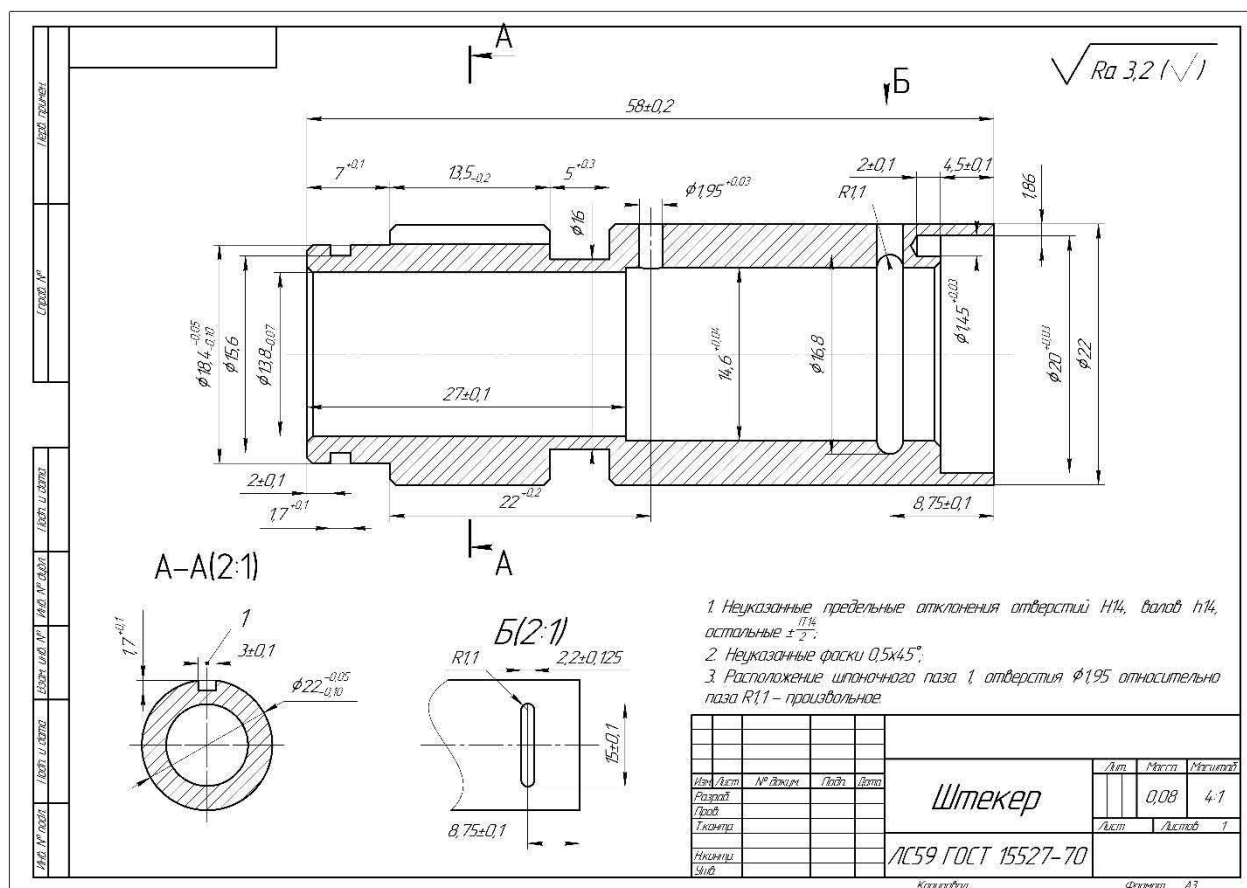


Рис. 1 Чертеж детали.

## **1.2 Анализ технологичности конструкции и технологический контроль чертежа**

Для изготовления штекера применяется ЛС59-1 ГОСТ 15527-70. Латунь свинцовая — двойной или многокомпонентный сплав на основе меди, где основным легирующим компонентом является цинк, иногда с добавлением олова (меньшим, чем цинка, иначе получится традиционная оловянная бронза), никеля, свинца, марганца, железа и других элементов. [25] По металлургической классификации к бронзам не относится. в составе этого сплава содержится 57-60% меди, до 42,2% цинка и 2.4-3,0% свинца. Благодаря тому, что в составе этого сплава присутствует свинец стружка получается мелкой и обработка деталей из ЛС59-1 производится на высоких скоростях, тем самым существенно снижая временные затраты. Это показывает, что материал идеально подходит для производства штекеров в количестве 5000 шт./год. Конструкция штекера в основном включает в себя простые переходы и не требует специальных инструментов, но есть глухое отверстие (рис.2) которое не имеет канавки для вывода сверла.

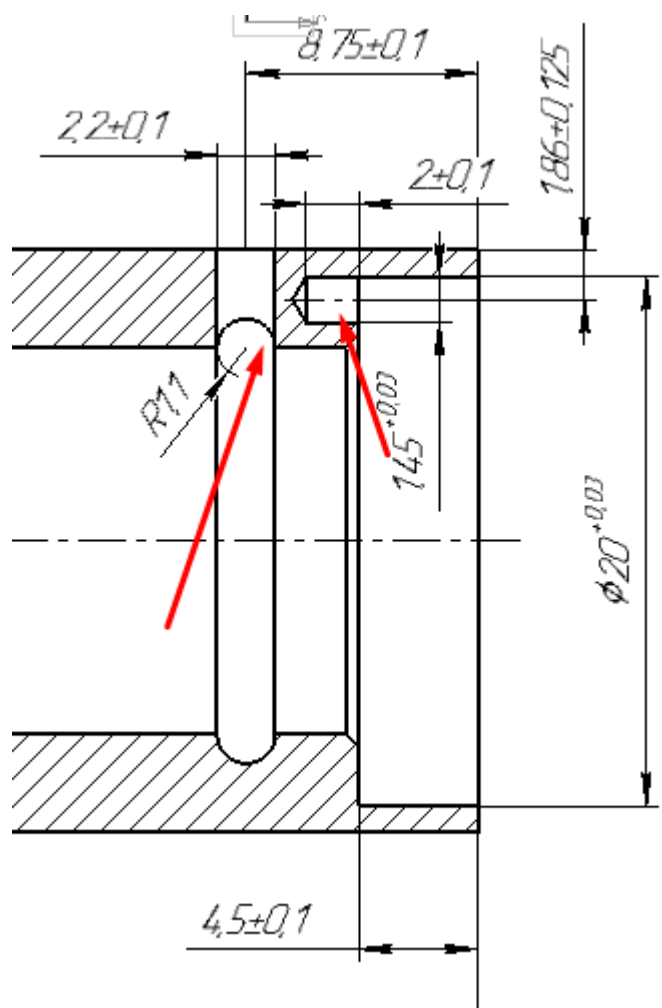


Рис. 2 Нетехнологичные места обработки

Внутренняя обработка (рис.2) так же является не технологичной так как целесообразно в ней применить токарную обработку фасонным резцом. В остальном деталь технологична. Будет использовано минимум установов и небольшое количество видов обработки резанием.

Контроль детали можно производить стандартизированными методами измерения, специальных методов не требуется.

### 1.3 Определение типа производства

Определяется по коэффициенту закрепления операций, который мы ищем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, (3)$$

где  $t_{\text{в}}$  – такт выпуска детали, мин;

$T_{\text{ср}}$  – среднее штучное время, мин;

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}} \cdot 60}{N_{\text{г}}}, (4)$$

где  $F_{\text{г}}$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N_{\text{г}}$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двусменном режиме работы:  $F_{\text{г}} = 4140$  часов.

Тогда:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}} \cdot 60}{N_{\text{г}}} = \frac{4140 \cdot 60}{5000} = 137,85 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к} i}}{n} = \frac{48,3}{5} = 9,7 \text{ мин}, (5)$$

где  $T_{\text{ш.к} i}$  – штучно-калькуляционное время  $i$ -ой основной операции, мин.;  
 $n$  – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{137,85}{9,7} = 14, (6)$$

Исходя что  $10 < K_{з.о} < 20$ , то тип производства среднесерийный.

#### **1.4 Выбор заготовки**

В качестве заготовки для изготовления «штекер» будет применяться пруток круглого сечения ЛС59-1, представленный ГОСТ 2060-2006. Номинальный диаметр прутка 25.5 мм.

Выбор способа получения заготовки включает в себя несколько важных аспектов:

- 1) Техничко-экономический
- 2) Количество штук выпускаемых деталей
- 3) Материал изготавливаемой детали
- 4) Технологические возможности

Так как производство среднесерийное, нужно сделать стоимость изготавливаемой детали максимально дешевой. Количество изготавливаемых штекеров 5000 штука. Материал ЛС59-1 ГОСТ 2060-2006 [5]. Простые формы деталей. Целесообразно выбрать прокат горячекатаный так как для него не нужно делать отдельного производства, его можно закупить по оптовой цене нужное количество проката. Горячекатаный прокат дешевле чем холоднокатаный. Себестоимость детали значительно уменьшится.



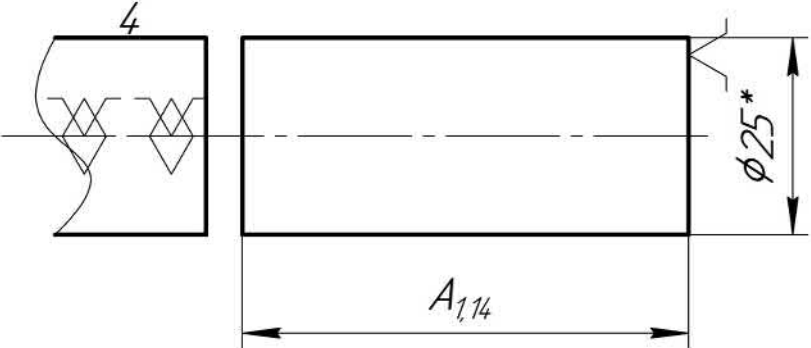
## 1.5 Маршрут обработки

Изготовление штекера разделяется на несколько этапов:

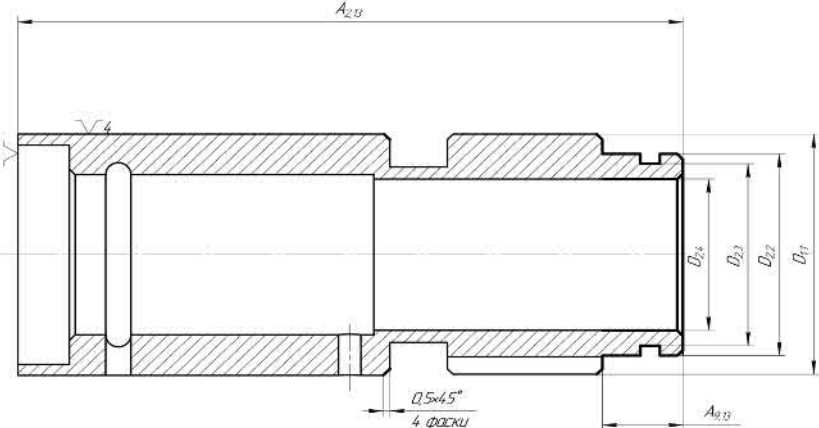
1. Получение заготовки.
2. Предварительная механическая обработка резанием с оставлением припуска до 2мм на сторону;
3. Окончательная механическая обработка;

Следуя этим этапам был разработан технологический процесс изготовления детали.

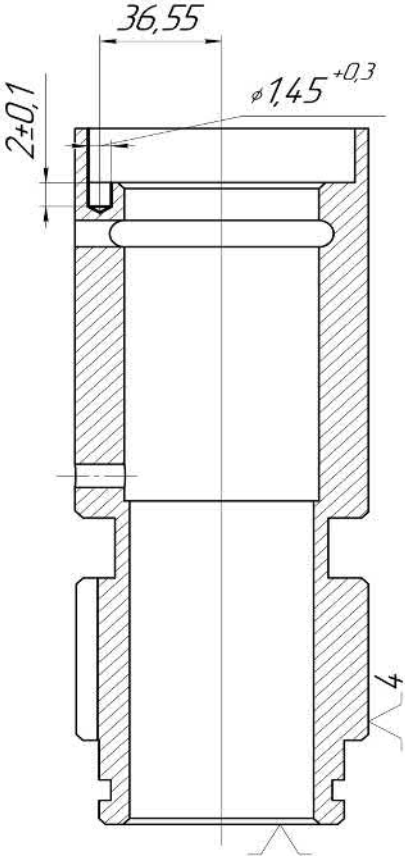
Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали «Штекер»

№ Операци и	Наименование операции и содержание перехода	Операционный эскиз
005	<p><b>Заготовительная</b></p> <p>А. Установить заготовку в призмы.</p> <p>1.Отрезать заготовку выдерживая размер <math>A_{1,14}</math>.</p>	 <p>*Размер для справок</p>

010	<p><b>Токарная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <p>1. Подрезать торец в размер <math>A_{2.4}</math> мм.</p> <p>2. Точить внешний диаметр в размер <math>\varnothing</math> на длину <math>D_{0.1}</math> мм. <math>22,5^{+0}_{-0,21}</math></p> <p>3. Точить внутренний диаметр в размеры по чертежу</p> <p>4. Точить внешний диаметр в размер по чертежу</p> <p>5. Сверлить отверстие насквозь, для захода резца.</p>	
-----	---	--

015	<p><b>Токарная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <p>1. Подрезать торец в размер <math>A_{2.13}</math></p> <p>2. Точить внешний диаметр в <math>D_{1.1}</math> и <math>D_{2.2}</math></p> <p>3. Точить внутренний диаметр в размер <math>D_{2.4}</math></p> <p>4. Сделать проточку в размер по чертежу</p>	
-----	---	--

020	<p><b>Фрезерная с ЧПУ</b></p> <p>А. Заготовку установить в специальные тиски.</p> <p>Базы: ось и торец.</p> <p>1. Фрезеровать паз шириной <math>12 \pm 0,215</math>, <math>7 \pm 0,18</math> и <math>13,5_{-0,2}</math> мм.</p> <p>2. Фрезеровать паз выдерживая размеры R 1,1, <math>8,75 \pm 0,18</math> и <math>14 \pm 0,215</math> мм.</p> <p>3. Сверлить отверстие <math>\varnothing 1,95^{+0,03}</math>, <math>29^{+0,2}</math> мм</p>	<p>Technical drawing showing three views of a mechanical part with dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Side view: Total length <math>49,15 \pm 0,31</math> mm, width <math>17 \pm 0,1</math> mm, central hole diameter <math>29^{+0,2}</math> mm.</li> <li>Front view: Total width <math>12 \pm 0,215</math> mm, central hole diameter <math>7 \pm 0,18</math> mm, side hole diameter <math>13,5_{-0,2}</math> mm.</li> <li>Detail view: Hole with radius <math>R1,1</math>, diameter <math>14 \pm 0,215</math> mm, and a hole of diameter <math>\varnothing 1,95^{+0,3}</math> mm.</li> </ul>
-----	--	---

025	<p><b>Сверлильная</b></p> <p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон</p> <p>База: наружный диаметр и торец</p> <p>1. Сверлить отверстие <math>2\pm 0,1</math>, , выдерживая 36,55 мм. и <math>\varnothing 1,45^{+0,3}</math></p>	
030	<p><b>Слесарная</b></p> <p>1. Снять заусенцы</p>	
035	<p><b>Промывочная</b></p> <p>1. Промыть деталь по ТТП 01279-00002, опер. 001</p>	

Уточненные припуски на все размеры приводятся в пункте «1.6 Разм  
 ерный анализ спроектированного техпроцесса». Размеры с допусками в гар  
 фическом виде представлены в приложении Г.

## 1.6 Размерный анализ спроектированного техпроцесса

Размерный анализ предназначен для уточнения назначенных технологических размеров, это значит выполняется после того, как технологический процесс находится на заключительной стадии разработки: выбран вид и способ получения заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для изготовления.

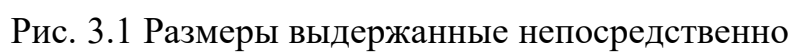
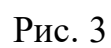
При выполнении размерного анализа могут выявиться недостатки первоначального варианта технологического процесса. Наиболее часто выявляется, что принятые размеры не обеспечат требуемую точность конструкторских размеров. В этом случае необходимо внести изменения в технологический процесс: изменить припуски на обработку торцев; диаметров в связи с переустановками, влиянием деформируемого слоя при обработке на точность установки и в связи с неточностью используемых зажимных приспособлений.

Для построения размерной схемы технологического процесса, на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображают припуски под обработку (см. рис. 3).

На данном эскизе необходимо указать:

- размеры припусков на обработку  $z_i$ ;
- технологические размеры  $A_i$  в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- конструкторские размеры  $K_i$ .

Так как деталь (штекер) имеет большое количество поверхностей, а следовательно и размеров, построим размерную схему технологического процесса в продольном и диаметральных направлениях (см. рис.3-4):



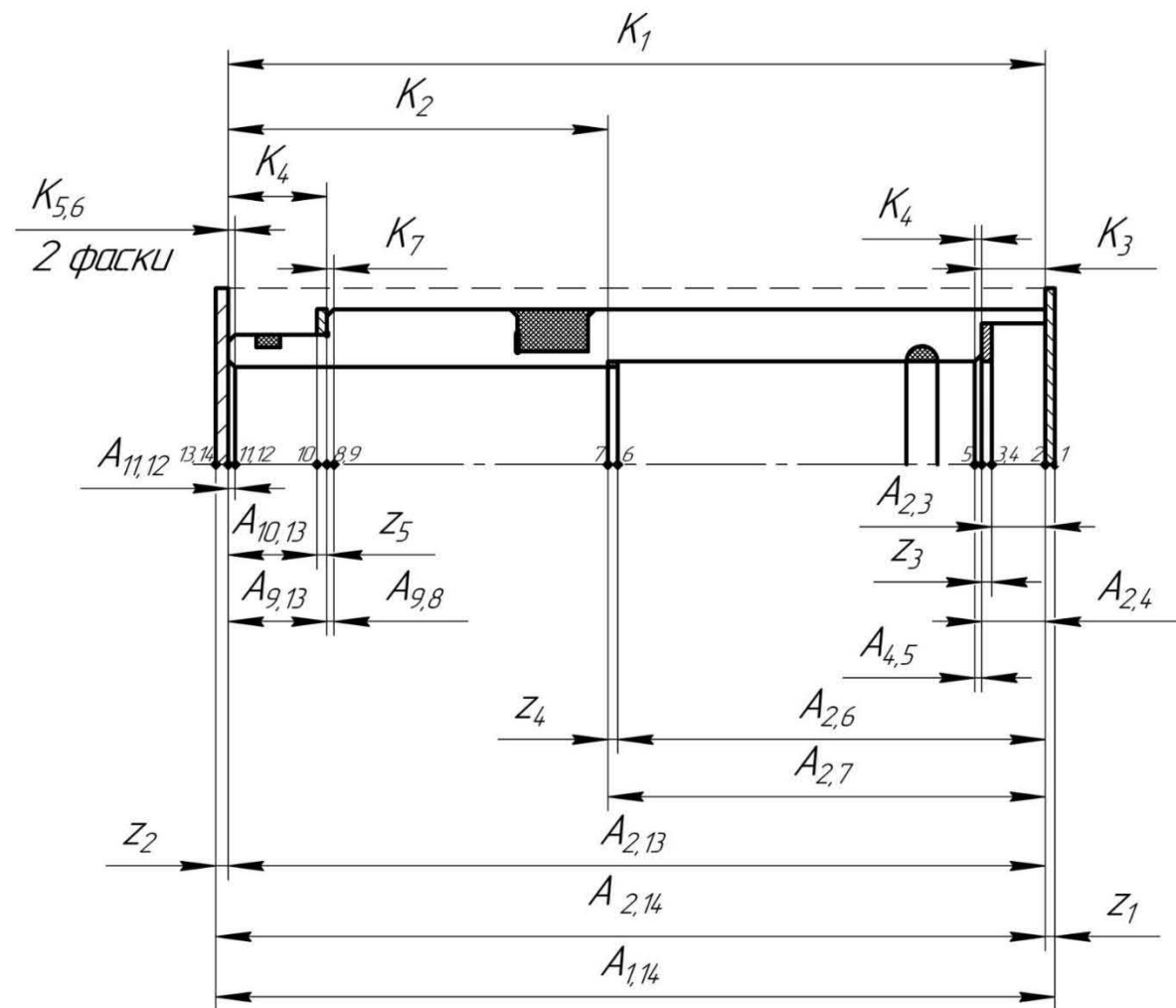


Рисунок 4 – Размерная схема технологического процесса в продольном направлении



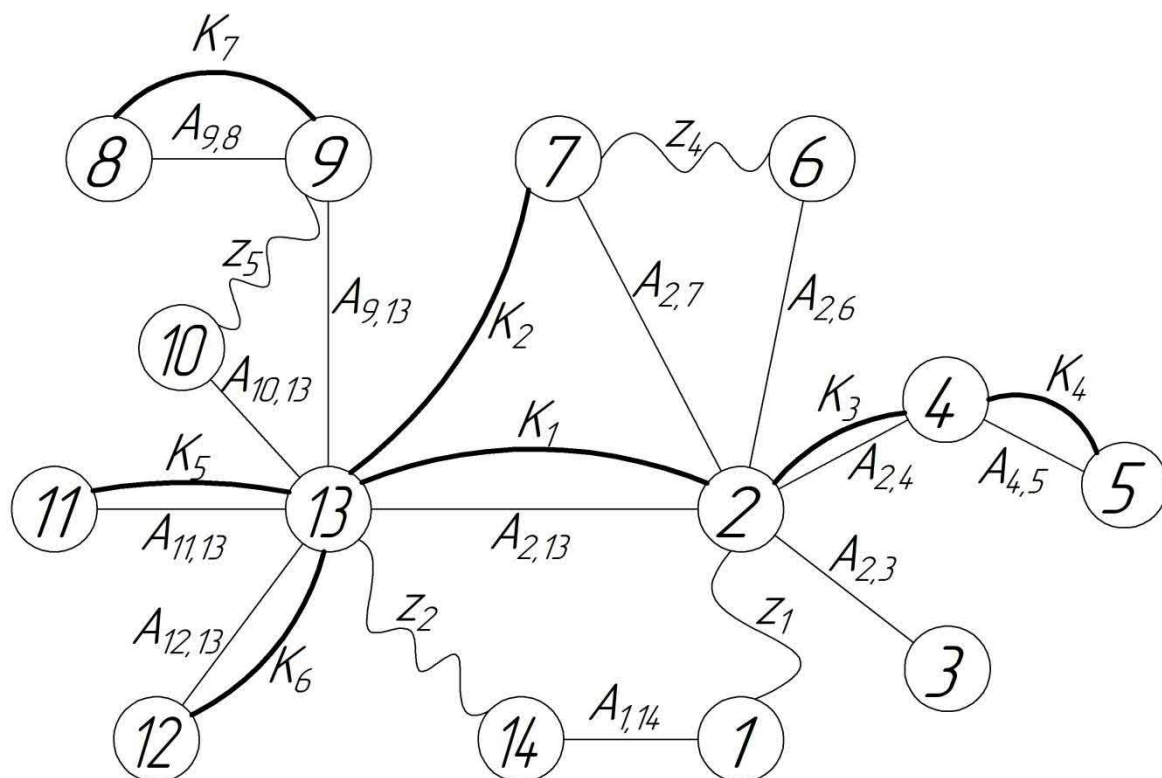


Рисунок 5 – Граф  
технологических размерных цепей  
в продольном направлении

### Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки состоят по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, полученные на операциях механической обработки, находятся с использованием таблиц точности. Эти таблицы содержат статистические данные по погрешностям размера заготовок, обрабатываемых на разных металлорежущих станках. Величина допусков естественно зависит от вида и метода обработки, 23 применяемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности. Допуски на осевые размеры, мм

Для расчета минимальных припусков воспользуемся методическим пособием [12]

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения

погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически

$$2Z_{\min i}=2\cdot(R_{z\ i-1}+T_{\text{деф}\ i-1}+\rho_{i-1}+\varepsilon_i).$$

Где:

$Z_{\min}$  – минимальный припуск на данный,  $i$  переход, мкм;

$R_{z\ i-1}$  – шероховатость, полученная на предыдущем.  $i-1$ , переходе, мкм;

$T_{\text{деф}\ i-1}$  – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{i-1}$  – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [12].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [12].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку торцев в размер  $58\pm 0,2$ :

Шероховатость поверхности, допуск на размер  $\sqrt{Ra3,2}_{\text{деф}}=0,4\text{мм}$ .

Шероховатость поверхности заготовки, допуск на диаметр заготовки  $заг=1,2\text{ мм}=1200\text{ мкм}$ .  $\sqrt{Rz100}$

Правый торец:  $2Z_{\min}=2(100+200+250+100)=2650=1300$ ;

Левый торец равен 1300 так как торец обработан на заготовительной операции.

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ( $2Z_{\min}$ ) к предельному максимальному размеру ( $d_{\max}$ ):

1. (черновая):

$$d_{\min}=58,2+1,3=59,5\text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае  $h13\ Td=720\text{ мкм}$ ), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max}=d_{\min}+Td=59,5+0,74=60,24\text{ мм};$$

Относительно полученного расчетного максимального технологического размера  $d_{\max}$  определим принятый технологический размер;

Так как размер  $60,24_{-0,74}$  в качестве номинального размера рассматривать неудобно, округлим его в большую сторону, т.е. принимаем для черновой операции исполнительный технологический размер равный

60,4<sub>-0,74</sub> мм, дальнейшие расчеты будем производить относительно данного размера:

Операция заготовительная:

$$d_{\min}=60,4+1,3=61,7 \text{ мм};$$

$$Td_{a_r}=1200 \text{ мкм};$$

$$d_{\max}=d_{\min}+Td_{a_r}=61,7+1,2=62,9 \text{ мм};$$

Для удобства контроля округлим в большую сторону: 63мм

Полученные результаты сведем в таблицу 2:

Таблица 2 – припуски на обработку наибольшего диаметрального размера

Технологическ ие переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z <sub>min</sub> , мкм	Принятый технологичес кий размер,	Допуск T <sub>d</sub> , мкм	Предельный размер, мм	
	R <sub>z</sub>	T <sub>деф</sub>	ρ	ε				d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>
Подрезка торцев 58±0,2									
0.заготовительная	100	200	250	-	-	63JS15	1200	61,7	62,9
1.токарная правый торец	40	60	90	100	1300	60,4JS14	740	59,5	60,24
2.токарная левый торец	40	60	90	100	1300	58±0,2	400	57,8	58,2

Дальнейший расчет припусков выполним аналогично, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{\max i-1}=D_{\min}-2Z_{\min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку Ø мм и результаты запишем в таблицу 8:  $22_{-0,05}^{0,05}$

Операция 2:

$$d_{\min}=21,95 + 0,36 = 22,31;$$

$$d_{\max}=22,31+0,13=22,44;$$

Принятый технологический размер 22,5e11

Операция 1:

$$d_{\min}=22,5 + 1,300 = 23,8;$$

$$d_{\max}=23,8+0,51=24,31;$$

Принятый технологический размер 25мм, в связи с диаметром проката.

Таблица 3 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологически е переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, 2Z <sub>min</sub> , мкм	Принятый технологичес кий размер,	Допуск T <sub>d</sub> , мкм	Предельный размер, мм	
	R <sub>z</sub>	T <sub>деф</sub>	ρ	ε				D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>
Наружная поверхность Ø22									
0.заготовитель- ная	100	200	250	-	-	25e14	510	23,8	24,31
1.токарная черновая	40	50	90	100	1300	22,5e11	130	22,31	22,44
2.токарная чистовая	6,3	30	45	0	360	22 <sup>-0,05</sup> <sub>-0,1</sub>	50	21,9	21,95

Тогда заготовка будет иметь размеры:  $\varnothing 25, l=58 \pm 0,2$

Произведем расчет для наиболее точной внутренней поверхности:  $\varnothing 14,6^{+0,04}$ , результаты запишем в таблицу:

Операция 4:

$$D_{\max} = D_{\min} - 2Z_{\min} = 14,6 - 0,15 = 14,45 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 14,6 - 0,26 = 14,34 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 14,3Н11;

Операция 3:

$$D_{\max} = 14,3 - 0,36 = 13,94;$$

$$D_{\min} = 13,94 - 0,27 = 13,67 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 13,6Н12;

Операция 2:

$$D_{\max} = 13,6 - 0,84 = 12,83;$$

$$D_{\min} = 12,83 - 0,43 = 12,4 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 12,4Н14;

Таблица 4 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$ , мкм	Принятый технологический размер,	Допуск $T_d$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_z$	$T_{деф}$	$\rho$	$\epsilon$				$D_{\min}$	$D_{\max}$
Внутренняя поверхность $\varnothing 47^{-0,062}_{-0,062}$									
0.заготовка без отверстия	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.сверление центровочного отверстия	40	60	50	100	не требуется расчет, т.к.	-	-	-	-

#### Продолжение таблицы 4

2.сверление отверстия без переустановки	100	70	250	0	при сверлении это напуск	12Н14	430	12,4	12,83
3.токарная черновая	40	50	30	0	840	13,6Н13	270	13,67	13,94
4.токарная чистовая	10	15	20	0	360	14,3Н11	110	14,34	14,45
5.Шлифование	6	10	6	30	150	14,6 <sup>+0,04</sup>	40	14,6	14,64

### 1.7 Выбор и расчет режимов резания

В основе назначения режимов резания лежит определение глубины, подачи и скорости резания, при которых будет обеспечена наиболее экономичная и производительная обработка поверхности по точности и шероховатости обработанной поверхности. [1]

Для начала необходимо подобрать глубину резания, затем максимально допустимая подача, а потом определяется скорость резания. Такой порядок выбора элементов режима резания определяется тем, что на количество выделяемого при резании тепла, а следовательно, на износ и стойкость резца глубина резания влияет в наименьшей, а подача и особенно скорость резания — в наибольшей степени. [4]

Нормирование токарных работ. Токарная.

Определение режимов резания.

Обрабатываемый материал: ЛС59 латунный сплав.

Примем материал пластин – Т15К6. Черновая обработка.

Глубина резания  $t = 2$  мм, при черновом точении снимают весь припуск за 1 проход.

Подача

$$= 0,7 \text{ мм/об}$$

Стойкость  $T$  (мин) – период работы инструмента до затупления. При одно инструментальной обработке 30 – 60 мин [4]. Примем  $T = 60$  мин.

Торцовое точение подрезным резцом ГОСТ 5688-2015.

$$C_v = 403; t = 0,15; S = 0,35; T = 0,20$$

Скорость резания  $V$  (м/мин) рассчитаем по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,35}} \quad (13)$$

$$V = \frac{403}{(60 \text{ мин})^{0,20} \cdot (3 \text{ мм})^{0,15} \cdot (0,7 \text{ мм/об})^{0,35}} = 172 \text{ м/мин} \quad (14)$$

Наружное продольное точение проходным резцом ГОСТ 5688-2015.

$$S = 0,3 \text{ мм/об}; C_v = 327, t = 3 \text{ мм}.$$

$$V = 187,2 \text{ м/мин}$$

Сверление.

При сверлении глубина резания:

$$t = 0,5 \cdot D \text{ мм}$$

Скорость резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{iv} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8 \quad (15)$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot (27,75 \text{ мм})^{0,4}}{(25 \text{ мин})^{0,2} \cdot \left(0,45 \frac{\text{мм}}{\text{об}}\right)^{0,5}} \cdot 0,8 = 24,7 \text{ м/мин} \quad (16)$$

Таблица 5 – Режимы резания сверление

Сверло ГОСТ 22735-77. Материал Р6М5

Диаметр сверла D, мм	t, мм	s, мм/об	V, м/мин	T, мин	$K_v$	$C_v$	m	q	y	x
9,8	15,34	0,45	24,7	25	0,5	9,8	0,20	0,3	0,50	-

### 1.8 Выбор оборудования и технологической оснастки

Таблица 6 – средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Дисковый отрезной станок JET MCS-275 (400В)	Дисковая пила 250х32х220Т (MCS275)	Призма 7033-0038 ГОСТ 12195-66, Тара специальная ГОСТ 14861-91

Продолжение таблицы 6

010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок 16K20Ф	Резец проходной ГОСТ 5688-2015; Резец подрезной ГОСТ 5688-2015; Зенковка коническая ГОСТ 14953-2016;	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Резцедержатель DIN 69880 B5 ГОСТ 24900-81,
015 Токарная с ЧПУ	Токарный станок 16K20Ф	Резец проходной ГОСТ 5688-2015; Резец подрезной ГОСТ 5688-2015; Зенковка коническая ГОСТ 14953-2016;	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Резцедержатель DIN 69880 B5 ГОСТ 24900-81,
020 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный обрабатывающий центр VDL 500	Сверло спиральное ГОСТ ГОСТ 22735-77, ГОСТ 17025-71 Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком.	Сверлодержатель ГОСТ 24900-81.



Продолжение таблицы 6

025 Контрольная	-	ГОСТ 24851-81 Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. ГОСТ 166-89 Штангенциркули с ценой деления 0,05 мм. ГОСТ 868-82 Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм.	-
030 Сверлильная	Настольно- сверлильный станок 2М112	Сверло спиральное ГОСТ ГОСТ 22735-77	Патрон 7100 – 0011 ГОСТ 2675-80; Сверлодержатель ГОСТ 24900-81.
035 Контрольная	-	ГОСТ 24851-81 Калибры гладкие для цилиндрических отверстий и валов. ГОСТ 166-89 Штангенциркули с ценой деления 0,05 мм.	-

Продолжение таблицы 6

		ГОСТ 868-82 Нутромеры индикаторные с ценой деления 0,01 мм.	
040 Промывочная	Ванна 9.7.7/0,9	ВП Раствор METALNOX	Тара специальная ГОСТ 14861-91

## 1.9 Нормирование технологического процесса изготовления детали

### 1.9.1 Расчёт основного времени

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} \quad (2.53)$$

где  $L$  - длина обработки (мм);

$i$  - число рабочих ходов;

$n$  - частота вращения шпинделя  $\left( \frac{\text{об}}{\text{мин}} \right)$ ;

$s$  - подача  $\left( \frac{\text{мм}}{\text{об}} \right)$

Длина обработки

$$L = l + l_n + l_{ep} + l_{np} \quad (2.54)$$

где  $l$  - размер детали на данном переходе;

$l_n$  - длина подвода инструмента;

$l_{ep}$  - длина врезания инструмента;

$l_{np}$  - длина пробега инструмента

Длина врезания инструмента

$$l_{ep} = \frac{t}{\text{tg} \varphi} \quad (2.55)$$

где  $t$  - глубина резания;

$\varphi$  - угол в плане инструмента

Определяем основное время для каждого перехода

## Отрезная операция (заготовительная)

### 1) Основное время для перехода

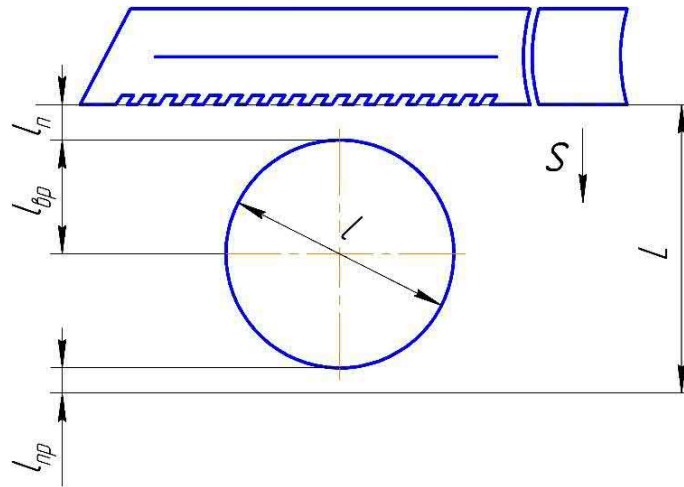


Рисунок 2.21 – Отрезка заготовки

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(l + l_n + l_{вр} + l_{пр}) \cdot 1}{S_m} = \frac{25 + 5 + 18,5 + 3}{100} = 0,515 \text{ мин}$$

## Токарная операция

### 2) Основное время для перехода

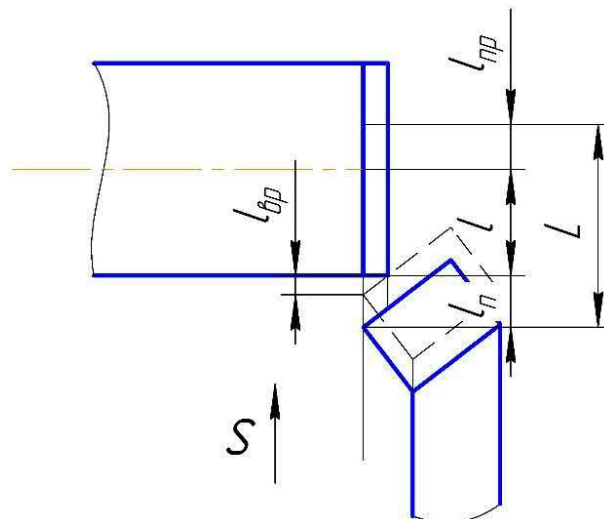


Рисунок 2.22 – Подрезка торца

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(l + l_n + l_{вр} + l_{пр}) \cdot 1}{S \cdot n} = \frac{12,5 + 1 + 18,5 + 3}{0,6 \cdot 800} = 0,072 \text{ мин}$$

где  $l_{вр} = \frac{t}{tg\varphi} = \frac{2,6}{tg45^\circ} = 2,6 \text{ мм}$

3) Основное время для перехода

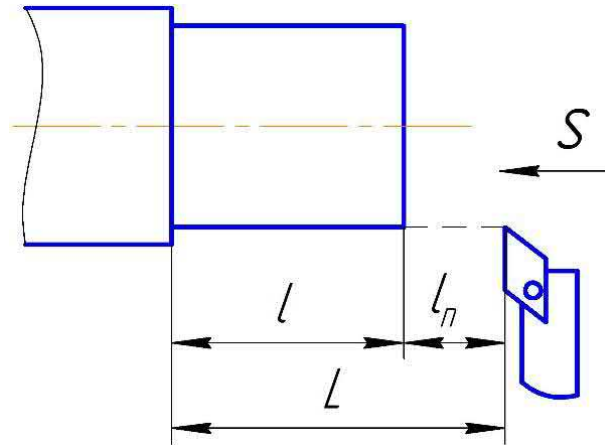


Рисунок 2.23 – Точение наружной поверхности

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_m} = \frac{(l + l_n) \cdot 5}{S \cdot n} = \frac{(40 + 2) \cdot 5}{0,6 \cdot 800} = 0,437 \text{ мин}$$

4) Основное время для перехода

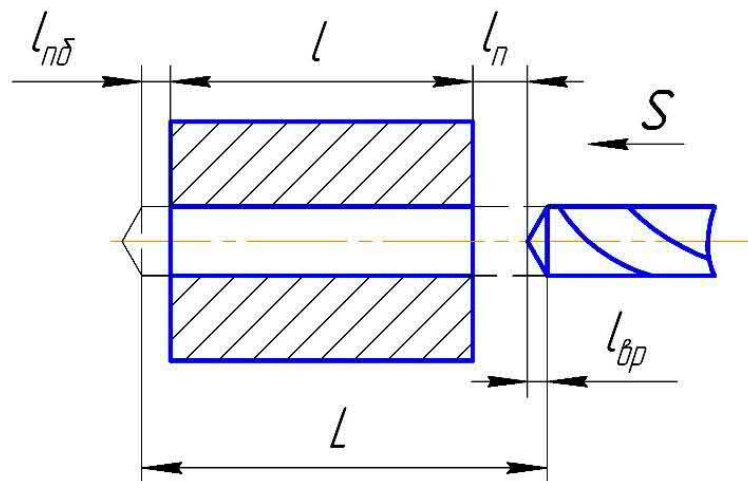


Рисунок 2.26 – Сверление отверстия

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_n + l_{np} + l_{вр}) \cdot 2}{S \cdot n} = \frac{(60,4 + 2 + 1 + 7) \cdot 1}{0,6 \cdot 800} = 0,145 \text{ мин}$$

где  $l_{вр} = \frac{t}{tg\varphi} = \frac{12}{tg60^\circ} = 6,9 \text{ мм}$

##### 5) Основное время для перехода

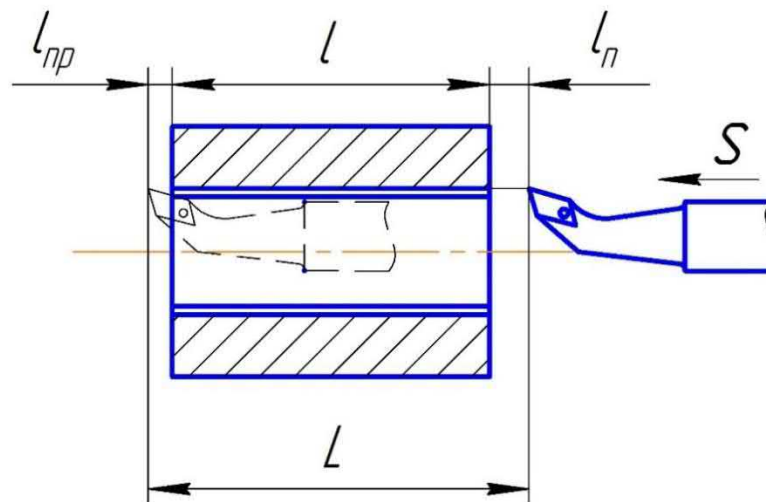


Рисунок 2.27 – Растачивание отверстия

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_n + l_{пр}) \cdot 2}{S \cdot n} = \frac{(60,4 + 2 + 1) \cdot 2}{0,6 \cdot 800} = 0,264 \text{ мин}$$

### 1.9.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали. Все необходимые данные берём из справочных материалов [Горбачев стр. 197].

$$t_в = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм}$$

где  $t_{уст}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$  - время на управление станком;

$t_{изм}$  - время на измерения детали

#### 1) Заготовительная операция

$$t_в = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,034 + 0,25 + 0,15 = 0,434 \text{ мин}$$

#### 2) Токарная операция

$$t_{\epsilon} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,15 + 0,3 + 0,15 = 0,6 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{\epsilon} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,15 + 0,3 + 0,15 = 0,6 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{\epsilon} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,034 + 0,35 + 0,15 = 0,534 \text{ мин}$$

5) Сверлильная операция

$$t_{\epsilon} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,15 + 0,26 + 0,2 = 0,61 \text{ мин}$$

### 1.9.3 Расчёт времени на техническое обслуживание рабочего места

Время на техническое обслуживание (расход времени на подналадку инструмента, смену затупившегося инструмента, уборка стружки из зоны обработки) Рассчитывается по формуле:

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} \quad (2.58)$$

где  $\alpha_{mo} \approx 0,06$  - процентный коэффициент, показывающий долю затрат времени на техническое обслуживание рабочего места от оперативного времени

1) Заготовительная операция

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} = 0,06 \cdot 0,792 = 0,047 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} = 0,06 \cdot 1,893 = 0,113 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} = 0,06 \cdot 0,709 = 0,042 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} = 0,06 \cdot 0,764 = 0,046 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{mo} = \alpha_{mo} \cdot t_{on} = 0,06 \cdot 1,277 = 0,077 \text{ мин}$$

### 1.9.4 Расчёт времени на организационное обслуживание рабочего места

Время на организационное обслуживание (расход времени на пуск и опробование станка в начале смены, уборка и смазка станка в конце смены)

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} \quad (2.59)$$

где  $\alpha_{oo} \approx 0,08$  - процентный коэффициент, показывающий долю затрат времени на организационное обслуживание рабочего места от оперативного времени

1) Заготовительная операция

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} = 0,08 \cdot 0,792 = 0,063 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} = 0,08 \cdot 1,893 = 0,151 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} = 0,08 \cdot 0,709 = 0,057 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} = 0,08 \cdot 0,764 = 0,061 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{oo} = \alpha_{oo} \cdot t_{on} = 0,08 \cdot 1,277 = 0,102 \text{ мин}$$

### 1.9.5 Расчёт времени на перерывы персонала

$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} \quad (2.60)$$

где  $\beta \approx 0,025$  - процентный коэффициент, показывающий долю затрат времени на перерывы персонала от оперативного времени

1) Заготовительная операция

$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0,792 = 0,02 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 1,893 = 0,046 \text{ мин}$$

3) Токарная операция



$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0,709 = 0,018 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0,764 = 0,019 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{nep} = \beta \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 1,277 = 0,032 \text{ мин}$$

### 1.9.6 Определение подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время для каждой операции определяем по справочным данным для соответствующего приспособления

1) Заготовительная операция

$$t_{nz} = 15 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{nz} = 19 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{nz} = 19 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{nz} = 23 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{nz} = 18 \text{ мин}$$

### 1.9.7 Расчёт штучного времени

$$t_{шт} = t_{on} + t_{mo} + t_{oo} + t_{nep} \quad (2.61)$$

1) Заготовительная операция

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{то} + t_{оо} + t_{пвр} = 0,515 + 0,047 + 0,063 + 0,02 = 0,645 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{то} + t_{оо} + t_{пвр} = 1,923 + 0,113 + 0,151 + 0,046 = 2,233 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{то} + t_{оо} + t_{пвр} = 0,634 + 0,042 + 0,057 + 0,018 = 0,751 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{то} + t_{оо} + t_{пвр} = 0,425 + 0,046 + 0,061 + 0,019 = 0,551 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{шт} = t_{оп} + t_{то} + t_{оо} + t_{пвр} = 0,98 + 0,077 + 0,102 + 0,032 = 1,191 \text{ мин}$$

### 1.9.8 Расчёт штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} \quad (2.62)$$

1) Заготовительная операция

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} = 0,645 + \frac{15}{5000} = 0,648 \text{ мин}$$

2) Токарная операция

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} = 2,233 + \frac{19}{5000} = 2,237 \text{ мин}$$

3) Токарная операция

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} = 0,751 + \frac{19}{5000} = 0,755 \text{ мин}$$

4) Фрезерная операция

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} = 0,551 + \frac{23}{5000} = 0,556 \text{ мин}$$

5) Сверлильная

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{N} = 1,191 + \frac{18}{5000} = 1,195 \text{ мин}$$

Суммарное штучно-калькуляционное время на изготовление одной детали:

$$\sum t_{\text{шт.к}} = 5,39 \text{ мин}$$

## 2 Проектирование специального станочного приспособления

### 2.1 Анализ исходных данных и разработка тех. задания

Было разработано приспособление для фрезерной операции, а именно гидравлические тиски со специальными губками под цилиндр нужного размера.

На данной операции нам нужно получить одно отверстие, шпоночное отверстие и паз.

Техническое задание будет таковым: Разработать специальное приспособление для фрезерной операции данных элементов, количество деталей 5000 шт.

### 2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления

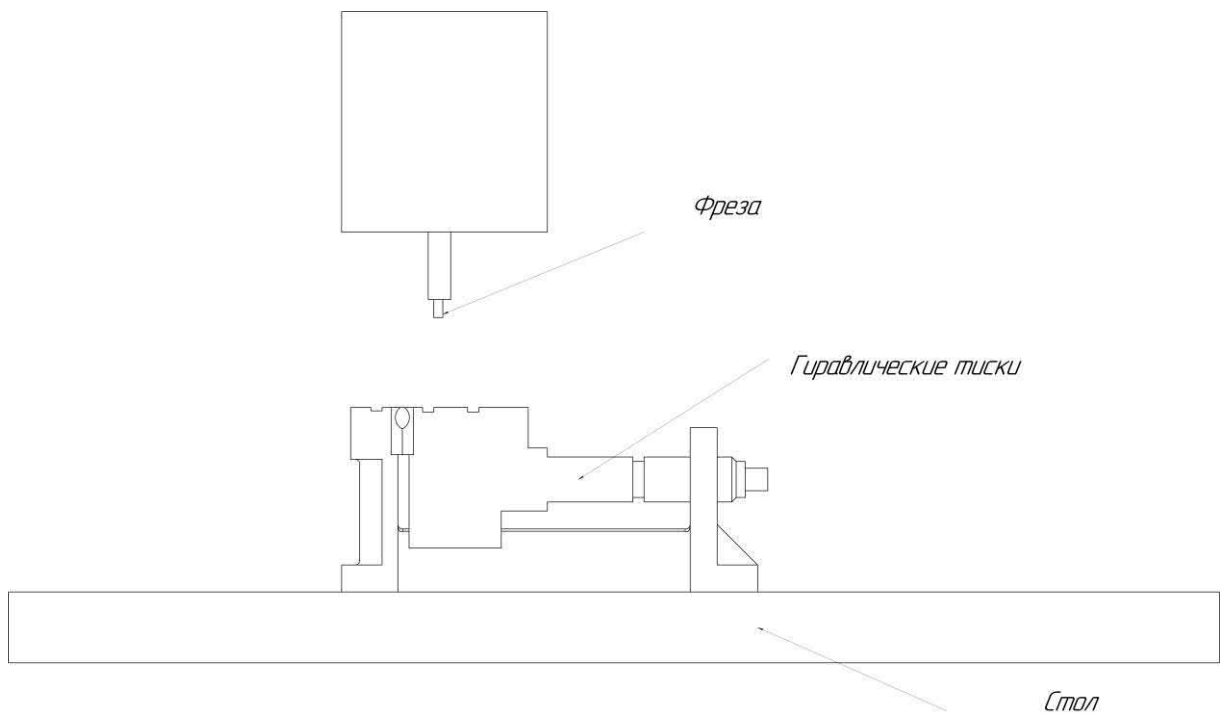


Рис. 6 Принципиальная схема установки приспособления на столе

На этом этапе показана принципиальная схема и скомпоновано на столе фрезерного обрабатывающего центра VDL500[8].



Рис.7 Фрезерный обрабатывающий центр VDL 500

### **2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров.**

В этом пункте не требуется производить расчет всех элементов, так как эти тиски являются гостовским приспособлением, модернизированным специально для нашей детали, а именно модернизированы губки тисков в которых зажимается деталь. Нужно указать размеры изготовленных губок для правильного их изготовления и установки на тисках.

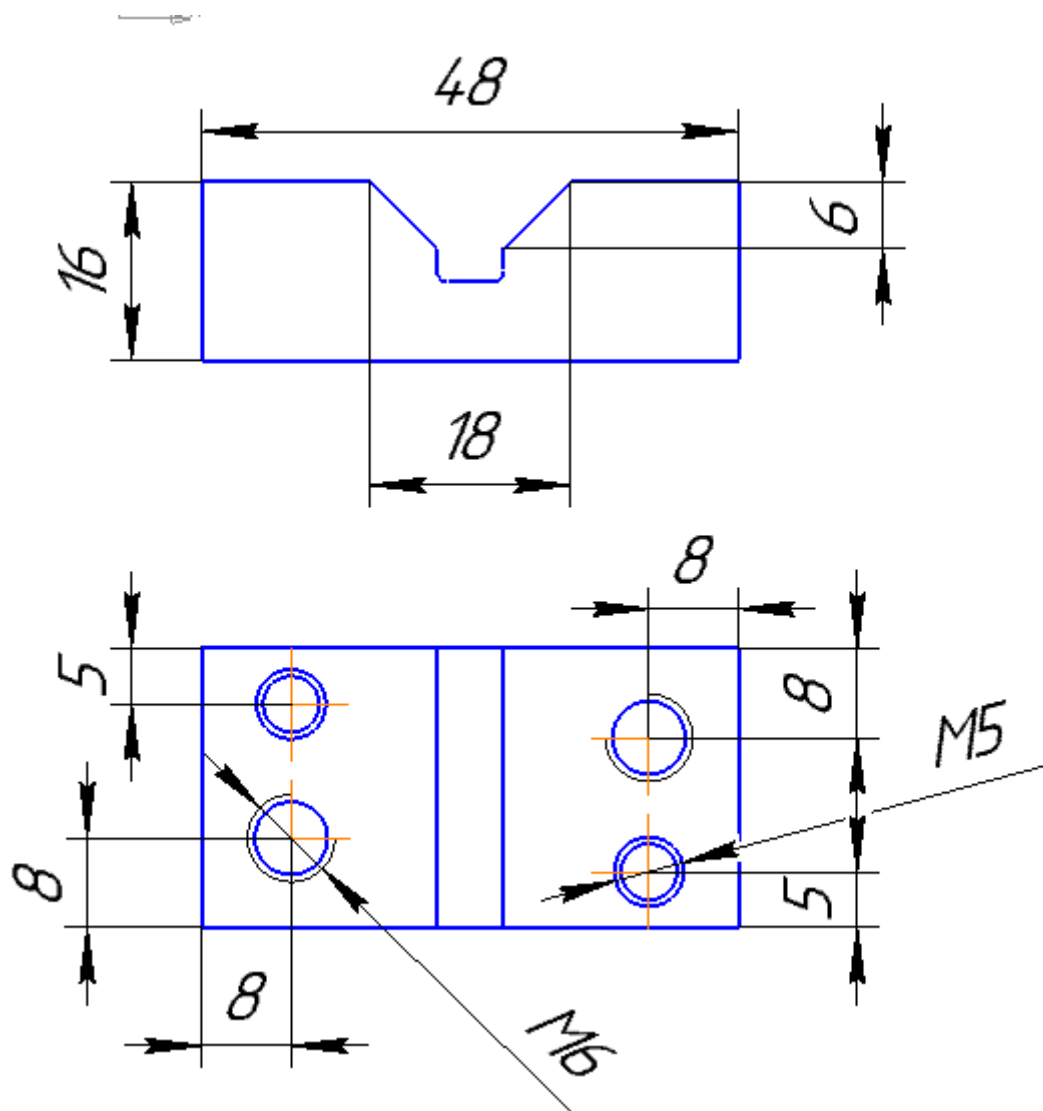


Рис. 8 Размеры призмы 7033-0033 ГОСТ 12195-66

Размеры и характеристики тисков указаны в ГОСТ 16518-96. Тиски станочные с ручным и механизированным приводами. Общие технические условия. Тиски 7200-0227 ГОСТ 16518-96.

Таблица 8 – Вырыв из ГОСТ 16518-96

Обозначение тисков исполнений			$B$	$A$ , не менее	$B_1$ *	$L^*$	$H$ *	$H_1$ *	$h$ , не ме- нее	$h_1$	$b$ H7	$b_1$	$S$	$l$	Усили- е за- жиг $F$ , даН не менее										
1	2	3			Не более																				
7200-0201			63	40	100	200	65	-	20	4	12	12	10	25	400										
	7200-0202					250	-	90																	
7200-0203			80	50	125	250	75	-	25					12	28	600									
	7200-0204					280	-	100																	
7200-0205	7200-0206		100	63	160	340	85	110	32				14				32	1000							
7200-0207	7200-0208			80															200	400	105	135	40	14	14
7200-0209	7200-0210			125										125	110	140									
		7200-0211			450																				
7200-0212	7200-0213		160	100	250	500	130	165	50		6	14	14	19	40	2500									
7200-0214	7200-0215			200																					
		7200-0216															550								
7200-0217	7200-0218		200	125	320	650	155	195	63							3500									
7200-0219	7200-0220			250																					
		7200-0221																							
7200-0222	7200-0223		250	160	360	800	185	230	80		22	22		45	4500										
7200-0224	7200-0225			320			200	250																	
		7200-0226																							
7200-0227	7200-0228		320	400	400	900	225	275	100						5500										

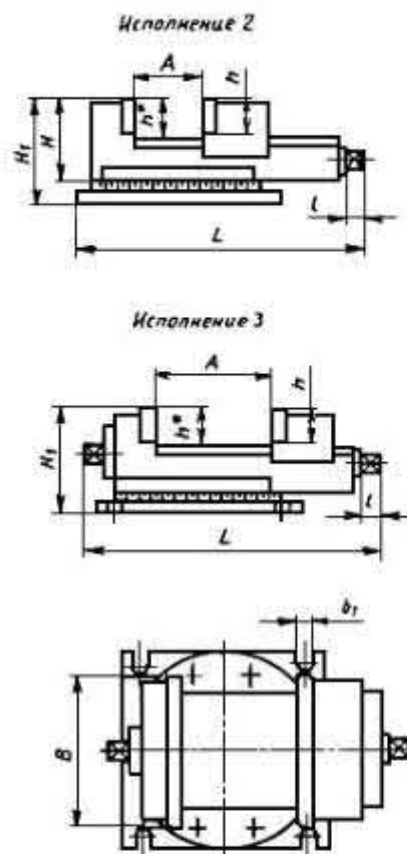


Рисунок 2

Примечание - Рисунки 1 и 2 не определяют конструкции тисков; размер  $h^* = h$ ;

$h^*$  - для изделий, поставленных на производство до 01.01.90;

$h$  - для изделий, поставленных на производство после 01.01.90.

Рис. 9 Вырыв из ГОСТ 6518-96

## 2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

Расчет силы закрепления будем производить по условию непроворачиваемости заготовки в приспособлении под действием момента:



$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot M_{тр} \quad (17)$$

где  $M_{св}$  - момент, пытающийся повернуть заготовку;

$k$  – коэффициент запаса.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \quad (18)$$

Указанные коэффициенты принимаем из:[3]

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1$  – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки:  $K_2 = 1,15$ ;

$K_3$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов  $K_4 = 1,3$ ;

$K_5$ -коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима):  $K_5=1$   
Коэффициент  $K_6$  вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом  $k = 2,2$

Если  $k < 2,5$ , то принимаем  $k = 2,5$ .

$M_{тр}$  – момент силы трения при провертывание заготовки.

Определяется как сила трения  $F_{тр2}$  умноженная на соответствующее плечо.

$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot M_{тр} \cdot r \quad (19)$$

где  $r$  - расстояние от оси отверстия до оси детали.

После подстановки выражения для силы трения  $F_{тр2} = F_3 \cdot f$ ,

где  $f$  – коэффициент трения на поверхностях кулачков;  $f=0,3$

Окончательно получим формулу для расчета силы закрепления:

$$F_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M_{св}}{3 \cdot f \cdot r} = \frac{2 \cdot 2.5 \cdot 5.8}{3 \cdot 0.3 \cdot 0.0445} = 724 \text{ Н} \quad (20)$$

$F_{Н3} = 724 \text{ Н}$  – сила давления на заготовку гидравлическими тисками.

## 2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

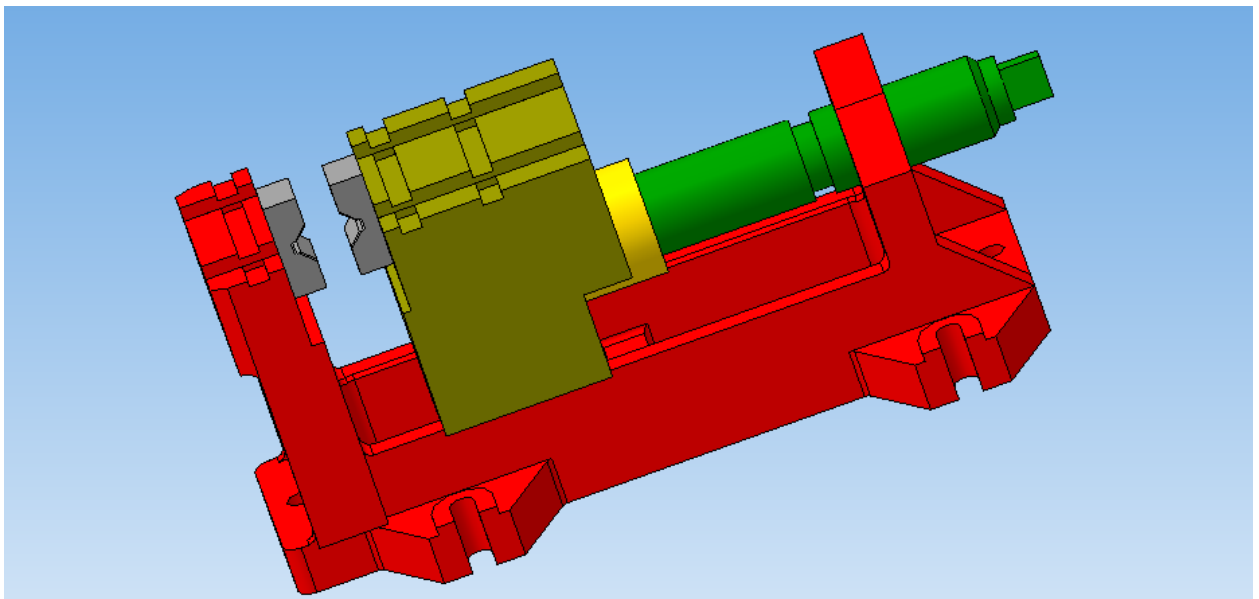


Рис. 10 3Д модель сборки выполненной в компасе №1

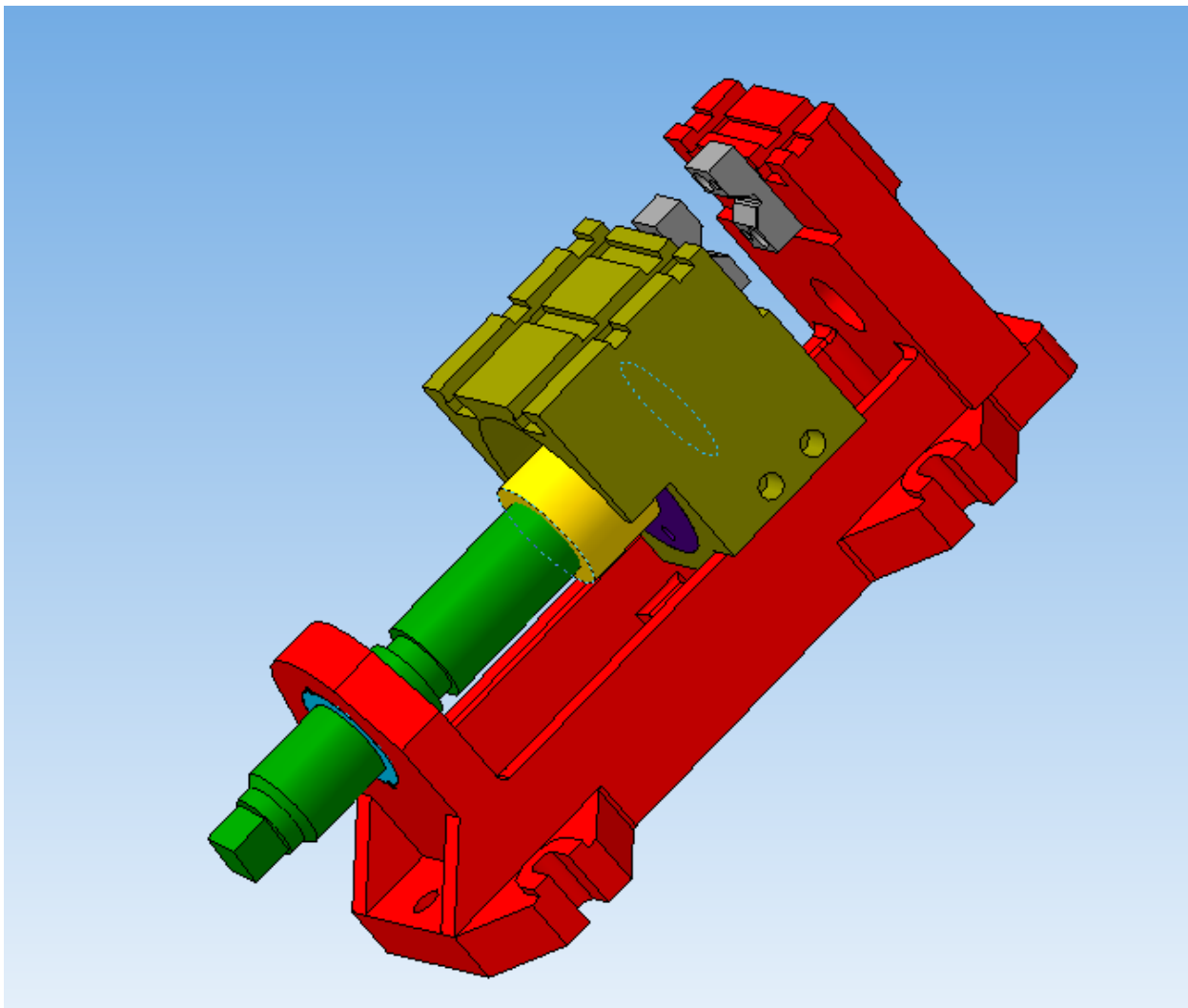


Рис. 11 3Д модель сборки выполненной в компасе №2

Применение гидравлических тисков значительно уменьшает затраты времени на закрепление и освобождение детали. Для разнообразных конструкций этого вида тисков общим является то, что закрепление детали производится действием жидкости, подаваемого под давлением. Механизация крепления детали не только ускоряет закрепление и освобождение детали (не более 2 - 3 с), но и значительно облегчает труд рабочего. [12]

Конструкция тисков представляет собой сборку из 11 наименований представленных в спецификации к сборке представленные в приложении А.

Принцип работы как выше указано заключается в подаче жидкости, в нашем случае масла Mobil Rarus 427. Подается масло под давлением в 3,4

атмосферы чтобы обеспечить нужную силу закрепления в 724 Н. Когда обработка закончена давление сбрасывается за счет того, что компрессор начинает не нагнетать его, а откачивать в резервуар.

## 2.6 Проектирование технологии сборки приспособления

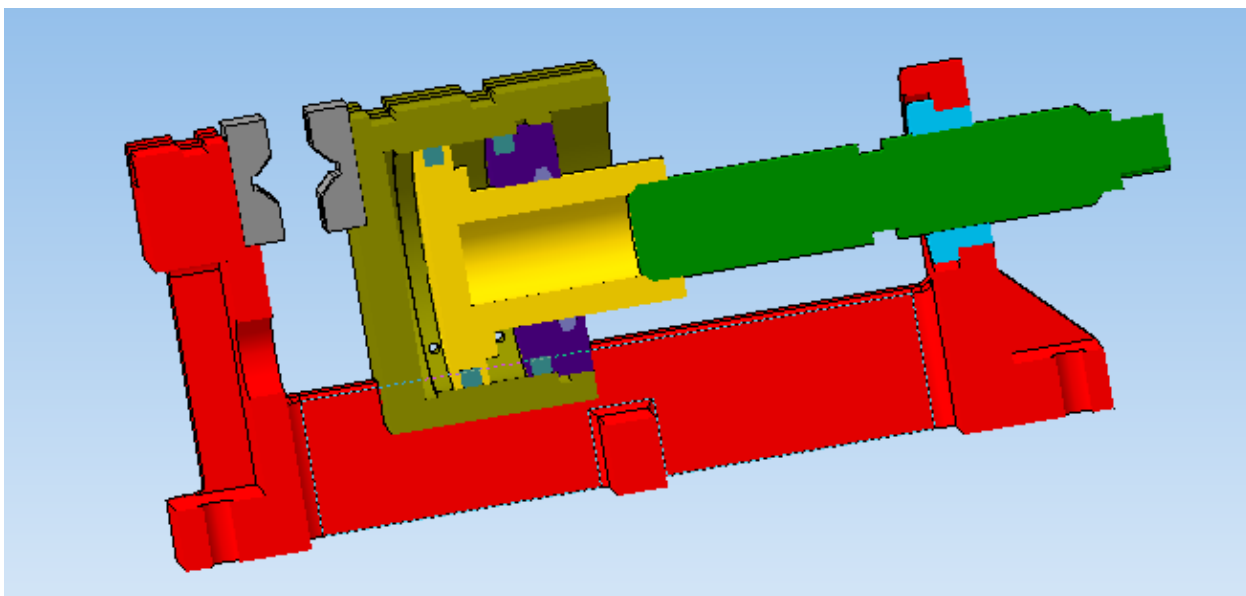


Рис. 12 Сечение 3Д модели гидравлических тисков

Сборка тисков происходит по типу елочки. Изначально прикручиваются призмы привинчиваются к подвижной 6 и не подвижной части тисков 3 винтами 9 каждая. После собирается поршень 2. Далее собирается задняя часть тисков, а именно устанавливается втулка 5 и привинчивается 2 винтами 8.

## **Заключение**

В ходе работы был разработан технологический процесс изготовления «Штекера». На первом этапе была доказана технологичность в целом, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовок для данной детали. Далее были рассчитаны допуски на каждую операцию по изготовлению детали, и они являются точными на каждую операцию, приведено граф-дерево, произведен выбор технологического оснащения производства. Для полноты информации было произведено нормирование. Были рассчитаны оптимальные режимы резания. Найдено и доработано специальное приспособление для фрезерной операции с использованием числового программного управления.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Шумилину Антону Петровичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Штекер»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Штекер». Применяется деталь «Штекер» для коммутирования проводов и труб низкого давления
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	- Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ - ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: – отклонение от микроклимата – недостаточная освещенность – повышенный уровень шума – нервно-психические и физические нагрузки Опасные факторы: – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Гидросфера: использованная смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки деталей. Атмосфера: загрязнение воздуха. Литосфера: твердые отходы.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Возможные ЧС: пожары, землетрясения, обрушения зданий. Наиболее типичная ЧС: пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	29.03.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Шумилин Антон Петрович		17.05.2021

## **Введение**

В данной бакалаврской работе проводится разработка технологического процесса изготовления детали «Штекер». При выполнении задания основная часть работы проводилась в технологическом бюро за компьютерной техникой. Технологическое бюро корпуса №16А, НИ ТПУ. Применяется деталь «Штекер» для коммутирования проводов и труб низкого давления

В этом разделе рассматриваются вредные и опасные факторы на стадии разработки, изготовления и эксплуатации, а также проводится анализ и оценка выше перечисленных пунктов, которые могут оказывать негативное и пагубное влияние на инженера-технолога. Даются рекомендации по обеспечению оптимальных рабочих условий труда и охране окружающей среды.

### **3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Согласно системе "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021 [1], особенности трудового законодательства для работников в этом проекте:

Рабочее место, которое соответствует всем необходимым требованиям охраны труда;

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями), продолжительность ежедневной работы (смены), в том числе неполного рабочего дня (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, которые устанавливаются правилами внутреннего трудового распорядка в соответствии с трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права;

Обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;

Отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

Обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

Профессиональную переподготовку за счет средств работодателя в случае ликвидации рабочего места вследствие нарушения требований охраны труда;

Внеочередной медицинский осмотр (обследование) в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра (обследования).



Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы. Например, для работников малярного цеха необходимо оборудовать цеха усиленной вентиляцией, и респираторами для защиты дыхательных органов работников. Если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

### 3.2 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Штекер» на участке цеха используется следующее оборудование: фрезерный станок, шлифовальный станок, сверлильный. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Штекер» приведены в таблице, на примере фрезерного станка с ЧПУ по ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ.

Таблица 9 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	- СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [7]. - СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки [9]. - СанПиН 1.2.3685-21
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
3. Повышенный уровень шума		+	+	

Продолжение таблицы 9

4. Нервно-психические и физические нагрузки	+	+		"Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"[12].
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+		- ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов [11].

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках по изготовлению технологического процесса детали «Штекер»:

1. Отклонение от показателей микроклимата в помещении

Состояние здоровья человека, его работоспособность в большей степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [6]. Отклонения от норм микроклимата могут привести к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, где проводилась разработка технологического процесса изготовления детали «Штекер», должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 10).

Таблица 10 – Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура	Относительная	Скорость
-------------	-------------	---------------	----------

Продолжение таблицы 10

	воздуха в помещении, С°	влажность воздуха в помещении, %	движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

Для создания этих условий необходимо проводить такие мероприятия как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период, а в холодный отопление воздуха.

## 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Следует очень четко соблюдать требования по санитарным нормативам освещенности в административных, учебных и иных учреждениях. Наше зрение напрямую зависит от количества света в помещении и на рабочем месте. От освещенности также зависит здоровье всего организма, сопротивляемость стрессам, усталости, физическим и умственным нагрузкам.

Требования к освещению на рабочем месте, где проводилась разработка технологического процесса изготовления детали «Штекер», которые представлены в СП 52.13330.2016 организованны в таблицу 11 для большего удобства

Таблица 11 – требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м <sup>2</sup>
Прямая блескость источника света	200 кд/м <sup>2</sup>
Показатель ослепления	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15

Отношение яркости - между рабочими поверхностями - между поверхностями стен и оборудования	3:1-5:1 10:1
Коэффициент пульсации	не более 5%

Источниками света могут быть как естественные, так и искусственные объекты. Естественным источником в помещении служит солнце, искусственными являются электрические лампочки.

### 3. Повышенный уровень шума

Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм человека выделяются: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии. Предельно допустимые уровни шума для объектов типа аудитории для теоретических разработок нормируются СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Значения представлены в табл. 12 (для постоянных шумов).

Таблица 12 – Значения ПДУ шума

Рабочее место	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструкторские бюро, лаборатории	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям.

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения от ЭВМ. Уровень шума колеблется от 20 до 30 дБА. При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

Меры снижения шума на рабочем месте. Один из способов снизить шум на рабочем месте, можно с помощью уменьшение шума в источнике. Рекомендуется такое мероприятие, как использование наименее шумного оборудования. В частности, установку вентиляторов меньшей мощности, удовлетворяющих условиям работы оборудования.

В данной работе уровень шума на рабочем месте соответствует указанным нормам.

#### 4. Нервно-психические и физические нагрузки

При выполнении работ на компьютере, работник который разрабатывает технологический процесс «Штекер», связан с такими физическими и нервно-психическими перегрузками, как зрительное напряжение, монотонность трудового процесса, нервно-эмоциональные перегрузки. Продолжительная работа на дисплее компьютера, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии. Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках.

Для существенного снижения таких нагрузок необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения. Физические перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда устанавливаются Р 2.2.2006-05. Работа по допустимому классу условий труда с напряженностью труда средней степени предусматривает продолжительность дня 8-9 часов, продолжительность перерывов от 3 до 7 % рабочего времени.

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует

всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером при разработке технологического процесса изготовления детали «Червяк» следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур. Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током. Технологическое бюро корпуса №16А, НИ ТПУ удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

### **3.3 Экологическая безопасность**

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Штекер» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в

охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухохоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и масло-ловушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

### **3.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке по производству детали «Штекер» при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.
- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.
- система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных оповещений кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара на месте изготовления детали типа штекер в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м<sup>2</sup> площади, ящики с песком 1-ин на 500м<sup>2</sup> площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)



### **Выводы по разделу**

В данном разделе проведен анализ вредных факторов присутствующих в процессе изготовления технологического процесса детали «Штекер», к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны и повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3 – 8Л61	Шумилин Антон Петрович

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01. Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 193457,23 руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Районный коэффициент 30%; Накладные расходы 10%; Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2021) – 16630 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 4,33 Интегральный показатель эффективности – 5,62 Сравнительная эффективность проекта – 1,41

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л61	Шумилин Антон Петрович		

Тема ВКР: Разработка технологического процесса изготовления штекера

## **4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью данного раздела является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Так как в данном случае потребители относятся к коммерческой категории, то критерием сегментирования является размер предприятия.

Объектом разработки является технологический процесс изготовления детали «штекер». Карта сегментирования приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Карта сегментирования рынка услуг по изготовлению деталей

		Вид работ	
		Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Размер организации	Крупные		
	Средние		
	Мелкие		

Как видно в приведенной карте сегментирования, для реализации разработки подходят мелкие заводы по производству машиностроительных деталей.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

На российском рынке в качестве машиностроительных предприятий выделяются заводы «ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова», «ООО Кингисеппский машиностроительный завод».

«ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова» современное машиностроительное предприятие, ориентированное на производство продукции авиационного назначения. Основные направления работы предприятия сегодня – производство деталей, узлов и агрегатов для авиационной техники, судостроение, ремонт ракетной техники.

«ООО Кингисеппский машиностроительный завод» является производителем и комплексным поставщиком энергетического оборудования и услуг для обеспечения гарантированной и бесперебойной работы дизельных и газотурбинных агрегатов гражданского и военного назначения. Занимается

поставками, ремонтом и обслуживанием дизельных двигателей для инженерной и судовой техники.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum_{i=1}^n B_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единиц);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приведена в таблице 14

Таблица 14 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Долговечность	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Надежность	0,1	4	5	3	0,8	1	0,6
Функциональная возможность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,12
Доступность	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	41	37	34	4,33	3,67	3,14

$B_{\phi}$  – Исследовательская разработка;

$B_{k1}$  – Разработка компании «ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова»;

$B_{k2}$  – Разработка компании «ООО Кингисеппский машиностроительный завод»;

Таким образом, на основании таблицы 14 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс изготовления детали может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Разработка проигрывает аналогичным компаниям по надежности и по наличию сертификации разработки: компании «ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова»; за счет наличия специального технологического оборудования; компании «ООО Кингисеппский машиностроительный завод» за счет наличия существующих технологических разработок в сфере машиностроения. К сильным сторонам можно отнести высокую долговечность разрабатываемого продукта за счет применения новых способов моделирования разрабатываемой детали.

#### **4.1.3 SWOT – анализ**

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менеджером проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно-исследовательский проект будет реализовываться.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

В таблице 15 описаны сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут проявиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT – анализа:

Таблица 15 – Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны научно-технологического решения:</b>	<b>Слабые стороны технологического решения:</b>
--	---	---

	С1. Экономичность технологии. С2. Экологичность технологии С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки технологии. С4. Квалифицированный персонал	Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие сертификации Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца Сл4. Отсутствие бюджетного финансирования.
<b>Возможности:</b> В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление потенциального спроса на новые разработки В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных решений	Экономичность технологии может привлечь больше сотрудников и исполнителей, вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. Кроме того, квалифицированный персонал и возможность использования разработки в отдаленных районах может уменьшить конкурентоспособность других разработок.	Инновационная инфраструктура ТПУ может оказать помощь в финансировании проекта. При снижении конкурентоспособности подобных разработок и при появлении спроса на новые может появиться возможность использования данной НИР в компаниях, использующих традиционные методы изготовления деталей.
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на новые технологии У2. Значимая конкуренция У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	В силу того, что в данной разработке используется более новая информация наряду со старой, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки. В силу малой затратности проекта представляется возможность вложения дополнительных денежных средств в другие услуги, такие как сертификация.	Отсутствие прототипа научной разработки, необходимого оборудования и большой срок поставок материалов и комплектующих говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствия конкуренции проекта. Несвоевременное финансирование научного исследования приведет к невозможности получения сертификации.

После того как сформулированы четыре области SWOT переходим к реализации второго этапа. Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 3, таблице 15, таблице 16, таблице 17.

Таблица 16 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	-	+	-
	B2	-	-	+	+	+
	B3	0	-	+	+	+
	B4	+	-	0	+	+
	B5	+	-	+	+	+

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	+
	B3	+	-	+
	B4	+	+	+
	B5	-	-	-

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	+	+	-	-
	У3	-	+	+	-	-

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	-	+
	У2	-	-	+
	У3	-	+	+

В таблице 17 представлена итоговая матрица SWOT–анализа

Таблица 17 – Итоговый SWOT анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Экономичность технологии.</p> <p>С2. Экологичность технологии</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки технологии.</p> <p>С4. Квалифицированный персонал</p>	<p><b>Слабые стороны технологического решения:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p> <p>Сл2. Отсутствие сертификации</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца</p> <p>Сл.4 Отсутствие бюджетного финансирования.</p>
--	--	---



<p><b>Возможности:</b>  В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ  В2. Появление потенциального спроса на новые разработки  В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных  В4. Использование разработки на других объектах машиностроительных производств</p>	<p>Экономичность технологии может привлечь больше сотрудников и исполнителей, вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров (В2,В3,С1,С2,С3). Кроме того, квалифицированный персонал и возможность использования разработки в отдаленных районах может уменьшить конкурентоспособность других разработок (В4,С4).</p>	<p>Инновационная инфраструктура ТПУ может оказать помощь в финансировании проекта (В1,Сл2,Сл4). При снижении конкурентоспособности подобных разработок и при появлении спроса на новые может появиться возможность использования данной НИР в компаниях, использующих традиционные методы изготовления деталей (В4, Сл.1,Сл.3).</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на новые технологии  У2. Значимая конкуренция  У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации У4.  Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>В силу того, что в данной разработке используется более новая информация наряду со старой, то это может повысить спрос и конкуренцию разработки (С1,С2,С3,У1,У2). В силу малой затратности проекта представляется возможность вложения дополнительных денежных средств в другие услуги, такие как сертификация (С4,У3).</p>	<p>Отсутствие прототипа научной разработки, необходимого оборудования и большой срок поставок материалов и комплектующих говорит об отсутствии спроса на новые технологии и отсутствия конкуренции проекта (У1,У2,Сл1,Сл2,Сл3). Несвоевременное финансирование научного исследования приведет к невозможности получения сертификации (У3,Сл4).</p>

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке конечного продукта и влияет на его внедрение в производство, в рамках научно-исследовательского проекта.

## 4.2 Планирование научно–исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, Инженер
	2	Выбор алгоритма исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Инженер
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение тех. задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Инженер
	6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Инженер
Оформление отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Инженер

### 4.2.2 Определение трудоемкости выполняемых работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{min_i} + 2 \cdot t_{max_i}}{5},$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{min_i}$  – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

$t_{max_i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность  $i$ -ой работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на  $i$ -ом этапе, чел.

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для расчета длительности работ в календарных днях, используется формула:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность  $i$ -ой работы, раб. дней;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Округлим до целого числа количество календарных дней по каждой работе  $T_{ki}$  и сведем рассчитанные значения в одну таблицу (таблица 19).

В качестве примера расчета рассмотрим руководителя (6 дневная рабочая неделя) – составление и утверждение технического задания:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

В 2021 году –  $T_{\text{кал}} = 365$  дней,  $T_{\text{вых}} = 118$  дней,

Подставим численные значения в формулу:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Инженер (5 дневная рабочая неделя) – подбор и изучение материалов:

$$t_{\text{ож}} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}_i} + 2 \cdot t_{\text{max}_i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{ч}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня}$$

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дня}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе, округляют до целого числа и заносят в таблицу.

Таблица 19 – Временные показатели проведения научной разработки На-

звание работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительност ь работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительност ь работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , человек а дни	$t_{\text{max}}$ , человек а дни	$t_{\text{ож}}$ , человек а дни			
Календарное планирование работ по теме	3	6	4,3	Руководитель , Инженер	2	3












Продолжение таблицы 19

Составление и утверждение тех. задания	1	3	1,8	Руководитель	2	29
Подбор и изучение материалов по теме	10	15	12	Инженер	12	8
Согласование материалов по теме	5	8	6,2	Руководитель	6	4
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	6	18	110	Инженер	10	18
Проведение теоретических расчетов и обоснование	3	12	6,6	Инженер	7	11
Оценка результатов исследования	3	5	3,8	Руководитель , Инженер	2	9
Составление пояснительной записки	7	16	11,4	Руководитель , Инженер	6	10

На основе таблицы 19 строим план график, представленный в таблице

20

Таблица 20 – Календарный план график проведения НИР по теме

№	Вид работ	Исполнители	$T_{ki}$ , кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.			Март			Апрель			Май		
1	Составление и утверждение тех. задания	Р	3												
2	Подбор и изучение материалов по теме	И	29												
3	Согласование материалов по теме	Р	8												
4	Календарное планирование работ по теме	Р, И	4				 								
5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	И	18												
6	Проведение теоретических расчетов и обоснование	И	11												
7	Оценка результатов исследования	Р, И	9								 				
8	Составление пояснительной записки	Р, И	10									 			



- руководитель



- исполнитель

### 4.3 Бюджет научно–технической разработки

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

#### 4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТИ включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Разработка технологического процесса изготовления штекера требует специального программного обеспечения: Microsoft Office Word, , AutoCAD. Большинство программ предоставляется студентам ТПУ с помощью удаленного доступа, некоторые программы предоставляют студентам свободный доступ. Затраты на материалы включают в себя расходы на канцелярские принадлежности, расходы на персональный компьютер, принтер с картриджем и бумага для печати выпускной квалификационной работы. Также включены затраты на электроэнергию. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в табл. 21

Таблица 21 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Компьютер (с предустановленным ПО)	47990	1	47990
Принтер	4990	1	4990

Картридж	400	1	400
Бумага	400	1	400
Электроэнергия	3,6	50	180
Патч-корд RJ-45, 2 м	470	1	470
<b>Итого</b>			<b>54430</b>
<b>Итого с учётом ТЗР (15%)</b>			<b>62594,5</b>

#### 4.3.2 Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 47990 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет.

Норма амортизации  $H_A$  рассчитывается как [20]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\%$$

где  $T$  – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 2 годам, тогда норма амортизации  $H_A$ :

$$H_A = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 47990 \cdot 0,5 = 23995 \text{ руб}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = \frac{23995}{12} = 1999,583 \text{ руб}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1999,583 \cdot 5 = 9997,92 \text{ руб}$$

#### 4.3.3 Расчет заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 38560 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу



соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 18600 рублей. В 2021 году с учётом 48-дневного отпуска 247 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1836,2 рублей в день, для консультанта и инженера – 885,7 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{рд}} \cdot (1 + К_{\text{пр}} + К_{\text{д}}) \cdot К_{\text{р}}$$

где  $ЗП_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$Т_{\text{рд}}$  – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$К_{\text{пр}}$  – коэффициент премирования;

$К_{\text{д}}$  – коэффициент доплат;

$К_{\text{р}}$  – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы приведены в таблице

22

Таблица 22 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{\text{дн}}$	$К_{\text{р}}$	$К_{\text{д}}$	$К_{\text{пр}}$	$Т_{\text{рд}}$	$ЗП_{\text{осн}}$ , руб
Руководитель	1836,2	0,3	0,2	1,3	9,72	13385,9
Инженер	885,7	0,3	0,2	1,3	79,32	52690,3
<b>Итого</b>						<b>66076,2</b>

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,12$$

где  $ЗП_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{\text{внеб}} = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot 0,3$$

где  $ЗП_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов приведены в таблице 23

Таблица 23 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	ЗП <sub>доп</sub>	ЗП <sub>внеб</sub>
Руководитель	1606,3	4497,66
Инженер	6322,8	17703,93
<b>Итого</b>	<b>7929,1</b>	<b>22201,59</b>

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

#### 4.3.4 Расчет общей себестоимости

Рассчитанные в пунктах 4.3.1-4.3.3 расходы сведены в таблицу 4.13.

Таблица 4.13 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	62594,5	32,36
Затраты на амортизацию	9997,92	5,17
Основная заработная плата	66076,2	34,16
Дополнительная заработная плата	22201,59	11,48
Страховые взносы	15000	7,75
Накладные расходы	17587,02	9,09
<b>Итого</b>	<b>193457,23</b>	<b>100</b>

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (44,35%) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

#### 4.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность разработки сравнивается аналогичными системами:

1. Использование станка с ЧПУ марки FANUC CNC производства компании «ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова», стоимостью 230440 руб.;

2. Использование станка с ЧПУ марки Machinery VMC компании «ООО Кингисеппский машиностроительный завод», стоимостью 250990 руб.

Эффективность разработки определяется путём расчёта интегрального финансового показателя:

$$I_{\text{фин}}^i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{max}}}$$

где  $I_{\text{фин}}^i$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_i$  – стоимость  $i$ -ого варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения проекта (зависит от сложности АСУ).

$$I_{\text{фин}} = \frac{193457,23}{250990} = 0,77$$

$$I_{\text{фин}}^1 = \frac{230440}{250990} = 0.92$$

$$I_{\text{фин}}^2 = \frac{250990}{250990} = 1$$

Сравнительная оценка ресурсоэффективности рассматриваемых аналогов приведена в табл. 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка ресурсоэффективности

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Ресурсоэффективность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Удобство в эксплуатации	0,2	5	3	2	1	0,6	0,4
Долговечность	0,2	5	3	4	1	0,6	0,8
Надежность	0,1	4	5	3	0,8	1	0,6
Функциональная возможность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
Цена	0,05	2	3	4	0,1	0,15	0,2
Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Послепродажное обслуживание	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
Финансирование научной разработки	0,06	4	4	2	0,24	0,24	0,12
Доступность	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>34</b>	<b>4,33</b>	<b>3,67</b>	<b>3,14</b>

Интегральный показатель эффективности разработки  $I^i$  вычисляется на основании рассчитанных выше интегрального финансового показателя  $I_{\text{фин}}^i$  и показателя ресурсоэффективности  $I_{\text{р}}^i$  (табл. 4.14):

$$I^i = \frac{I_{\text{р}}^i}{I_{\text{фин}}^i}$$

Для разрабатываемой системы:

$$I = \frac{4,33}{0,77} = 5.62$$

Для рассматриваемых аналогов:

$$I^1 = \frac{3,67}{0.92} = 4$$

$$I^2 = \frac{3,14}{1} = 3.14$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы и рассматриваемых аналогов рассчитывается как:

$$\Xi = \frac{I}{I^i}$$

Сравнительная эффективность разрабатываемой системы с аналогами приведена в табл. 25.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог №1	Аналог №2
1	Интегральный финансовый показатель, $I_{\text{фин}}$	0,77	0.92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности, $I_{\text{р}}$	4,33	3,67	3,14
3	Интегральный показатель эффективности, $I$	5.62	4	3.14
4	Сравнительная эффективность разработки к аналогам, $\Xi$		1,41	1,79

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что разрабатываемая технология изготовления детали уступает аналогу №1 по интегральному финансовому показателю, однако превосходит

его по интегральному показателю ресурсоэффективности за счёт меньшей стоимости разработки.

### **Выводы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемой технологии изготовления детали:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Разработка может быть применена на машиностроительных предприятиях.

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: компания «ОАО Дубненский машиностроительный завод им. Н. П. Федорова» и «ООО Кингисеппский машиностроительный завод». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам по цене и надежности, однако выигрывает за долговечности конечного продукта и послепродажного обслуживания.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: отсутствие спроса на новые технологии, конкуренция, отсутствие финансовой поддержки от государства. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в таблице 4.5.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьёй расходов в научно-исследовательской работе является основная заработная плата исполнителей: 66076,2 руб. (34,16%). На втором месте материальные затраты: 62594,5 руб. (32,36%). Затем идет дополнительная заработная плата – 22201,59 руб. (11,48%). Меньше всего средств уходит на амортизацию оборудования – 9997,92 руб. (5,17%). Общий бюджет разработки составил 193457,23 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 120 дней.

5. Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что разрабатываемая технология изготовления детали уступает аналогу №1 по интегральному финансовому показателю, однако превосходит

его по интегральному показателю ресурсоэффективности за счёт меньшей стоимости разработки.

## **Заключение по ВКР**

При разработке технологического процесса изготовления детали «Штекер», была изучена конструкция детали, назначение и условия работы в изделии. В процессе выполнения ВКР был проведен анализ исходных данных, определен тип производства, составлен технологический маршрут обработки детали. Были выбраны режущий и измерительный инструмент и приспособления. Также были проведены технологические и технико-экономические расчеты, в результате которых установлено, что применение данных станков и внедрение станочного приспособления позволит значительно сократить трудоемкость изготовления детали.

В конструкторской части работы спроектировано приспособление непосредственно для обработки детали на фрезерном станке и проведены все необходимые расчеты.

Таким образом, в ходе ВКР разработан технологический процесс изготовления детали, который обеспечивает выполнение требований чертежа, отвечает требованиям экономичности.

Так же были рассмотрены вопросы безопасности, выполнен анализ вредных и опасных производственных факторов.

## Список использованных источников

1. Справочник технолога машиностроителя. В 1-ч т. Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е издание., -М.: Машиностроение, 1985 - 496с.
2. Схиртладзе А. Г., Пучков В. П., Прис. Н. М. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие/ А. Г. Схиртладзе, В. П. Пучков, Н. М. Прис. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 408 с.
3. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 324 с.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-ч т. Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е издание., -М.: Машиностроение, 1985 - 496с.
5. Латунь свинцовая ЛС59-1 // Центральный металлический портал РФ URL: [http://metallcheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/sti/LC59-1](http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/sti/LC59-1) (дата обращения: 29.02.2020).
6. Барановский Ю.В. (ред.) Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1972. - 408 с.: ил.
7. Гибкие производственные комплексы / Под ред. Беялина и В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, 1984 – 384 с.
8. Фрезерный обрабатывающий центр VDL 500// Каталог станков URL: [http://stanki-katalog.ru/VDL\\_500.html](http://stanki-katalog.ru/VDL_500.html) (дата обращения: 5.03.2020).
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного

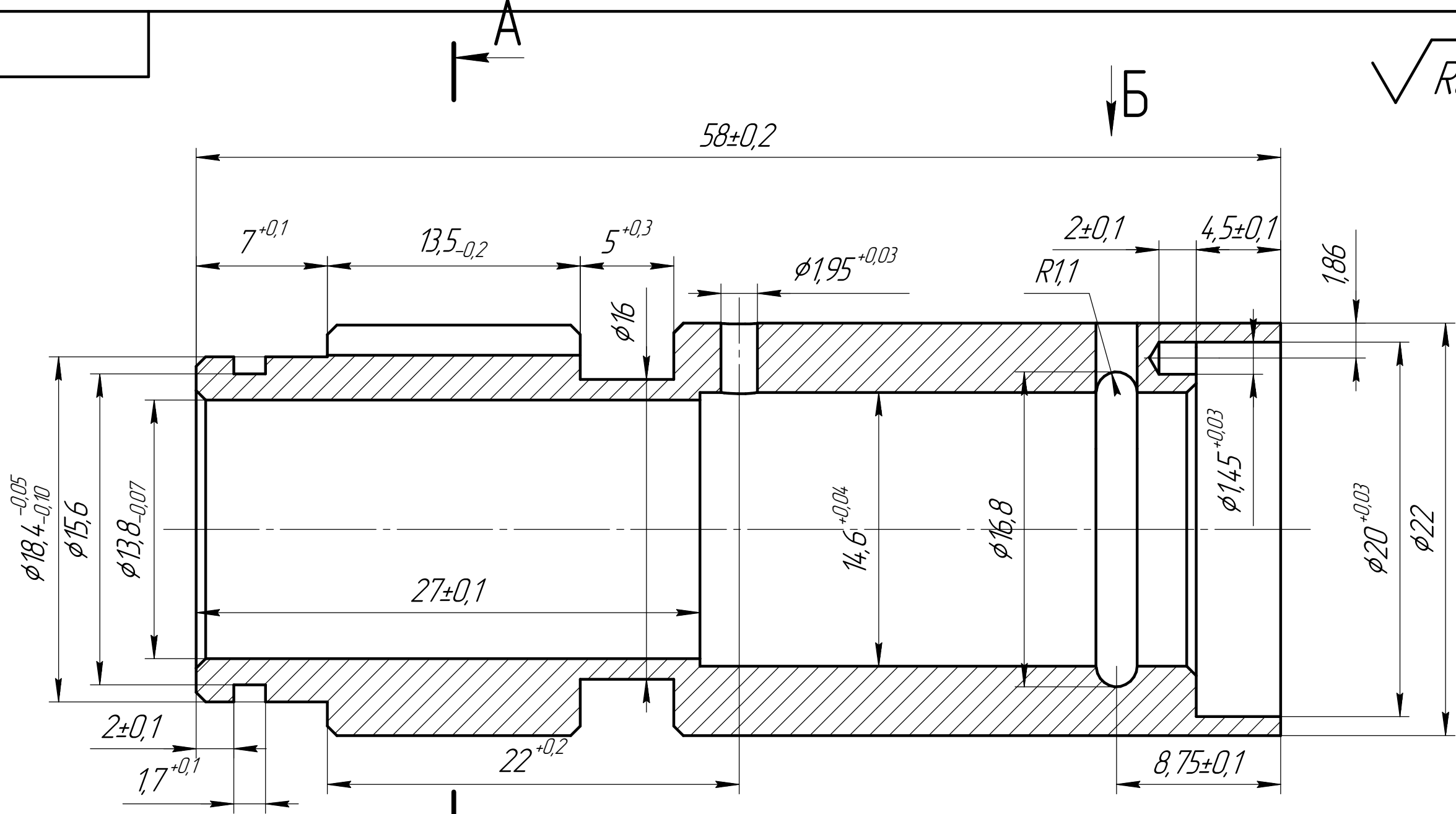


при работе на металлорежущих станках. Мелкосерийное и единичное производство. Дифференцированные/ Центральное бюро промышленных нормативов по труду при научно-исследовательском институте труда Государственного комитета Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы; ред. Р. И. Хисин. — Москва: Машиностроение, 1964. — 396 с.: ил. + табл.. — Приложения: с. 194-393.

10. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкторских изделий: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 80с.
11. Принцип работы гидравлических тисков / МЕККА Инструмента URL: <https://mekkain.ru/library/tiski-gidravlicheskie.html> (дата обращения: 12.03.2020)
12. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7\\_raschet\\_pri\\_puskov\\_VN\\_rusPDF.pdf](http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pri_puskov_VN_rusPDF.pdf) (дата обращения: 12.03.2020)

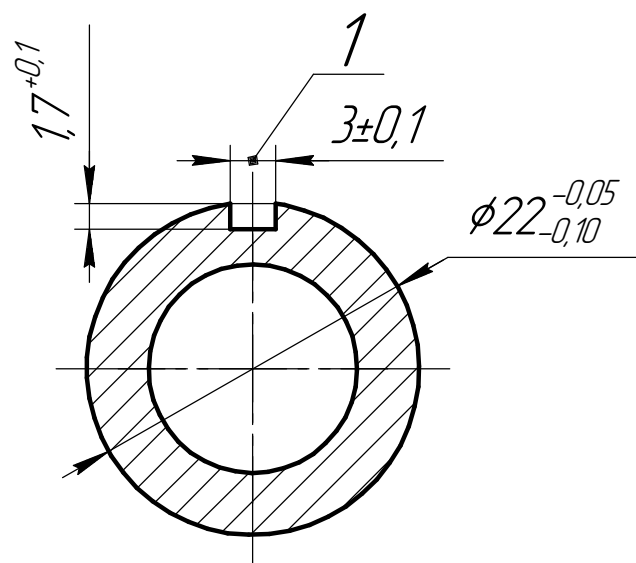
## Приложение А

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № дробл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

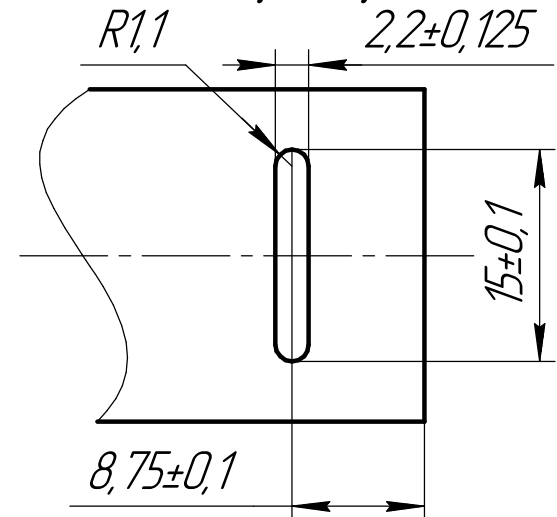


$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$

A-A(2:1)



Б(2:1)



1. Неуказанные предельные отклонения отверстий H14, валов h14, остальные  $\pm \frac{IT14}{2}$ ;
2. Неуказанные фаски 0,5x45°;
3. Расположение шпоночного паза 1, отверстия  $\phi 1,95$  относительно паза R1,1 – произвольное.

					Е0110-С8Е51016.001				
					Штекер	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.		Шумилин А.П.					0,08	4:1	
Пров.		Цыганков Р.С.							
Т.контр.						Лист	Листов	1	
					ЛС59 ГОСТ 15527-70				
Н.контр.									
Утв.									

## Приложение Б

Перв. примен.

Справ. №

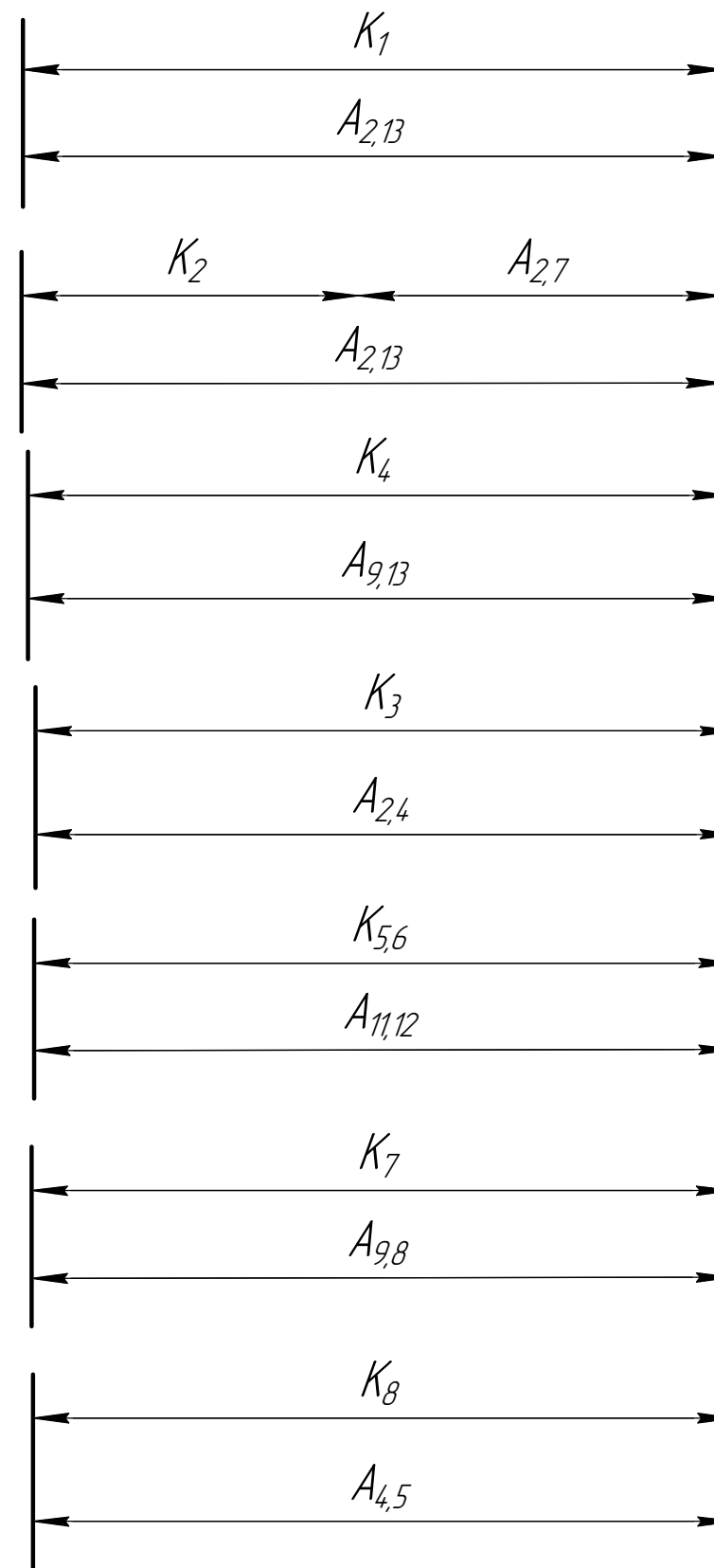
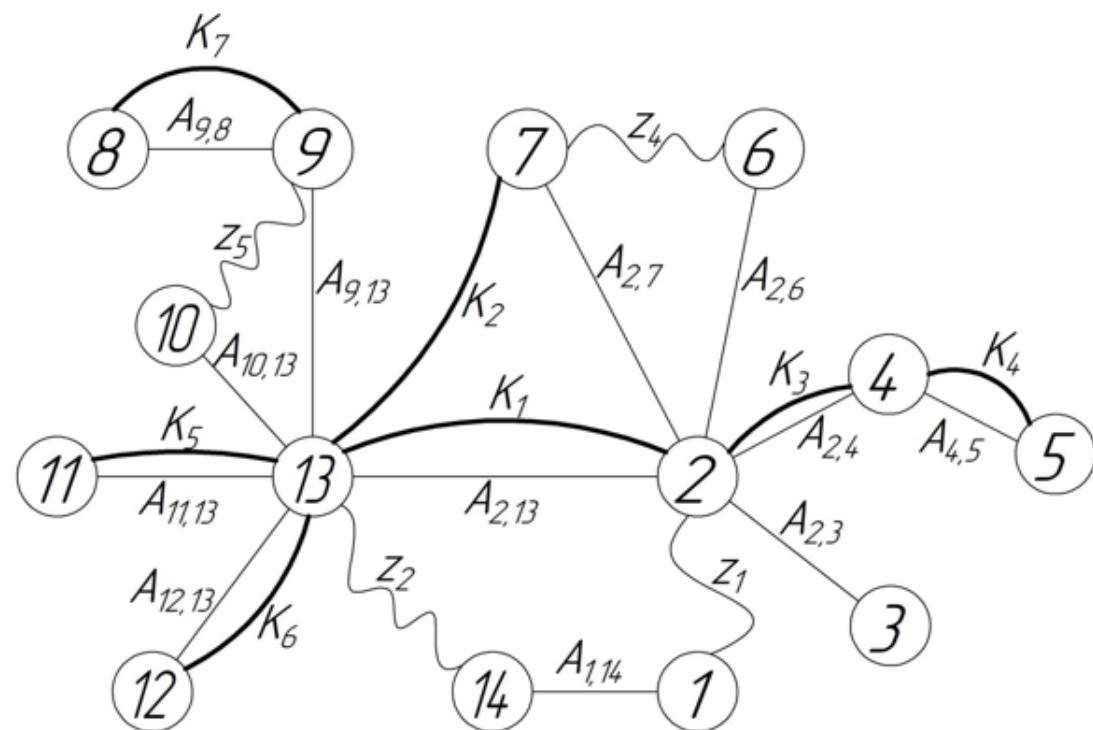
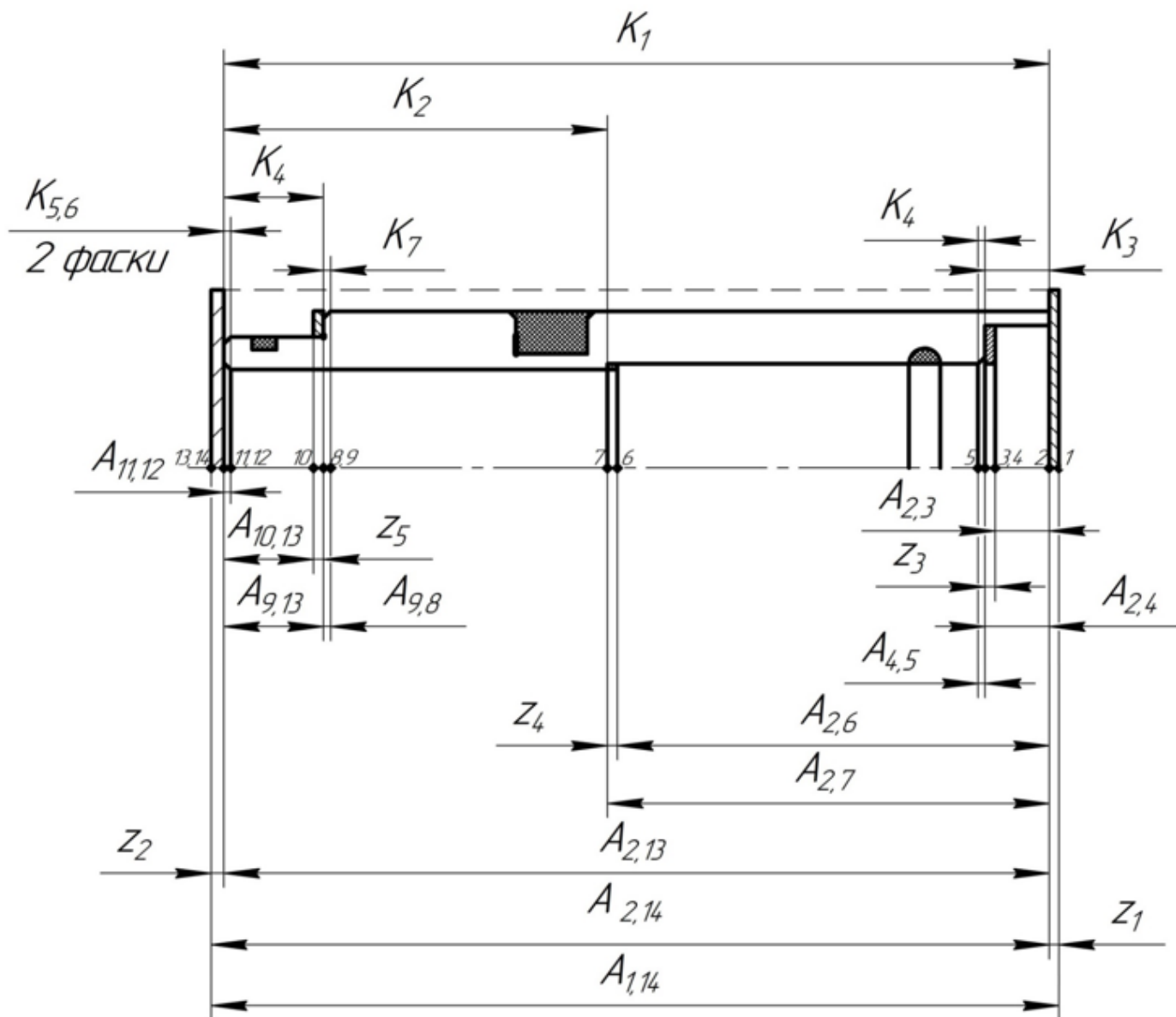
Подп. и дата

Инд. № дудл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



$$K_1=A_{2,13}$$

$$K_2=A_{2,13}-A_{2,7}$$

$$K_4=A_{9,13}$$

$$K_3=A_{2,4}$$

$$K_{5,6}=A_{11,12}$$

$$K_7=A_{9,8}$$

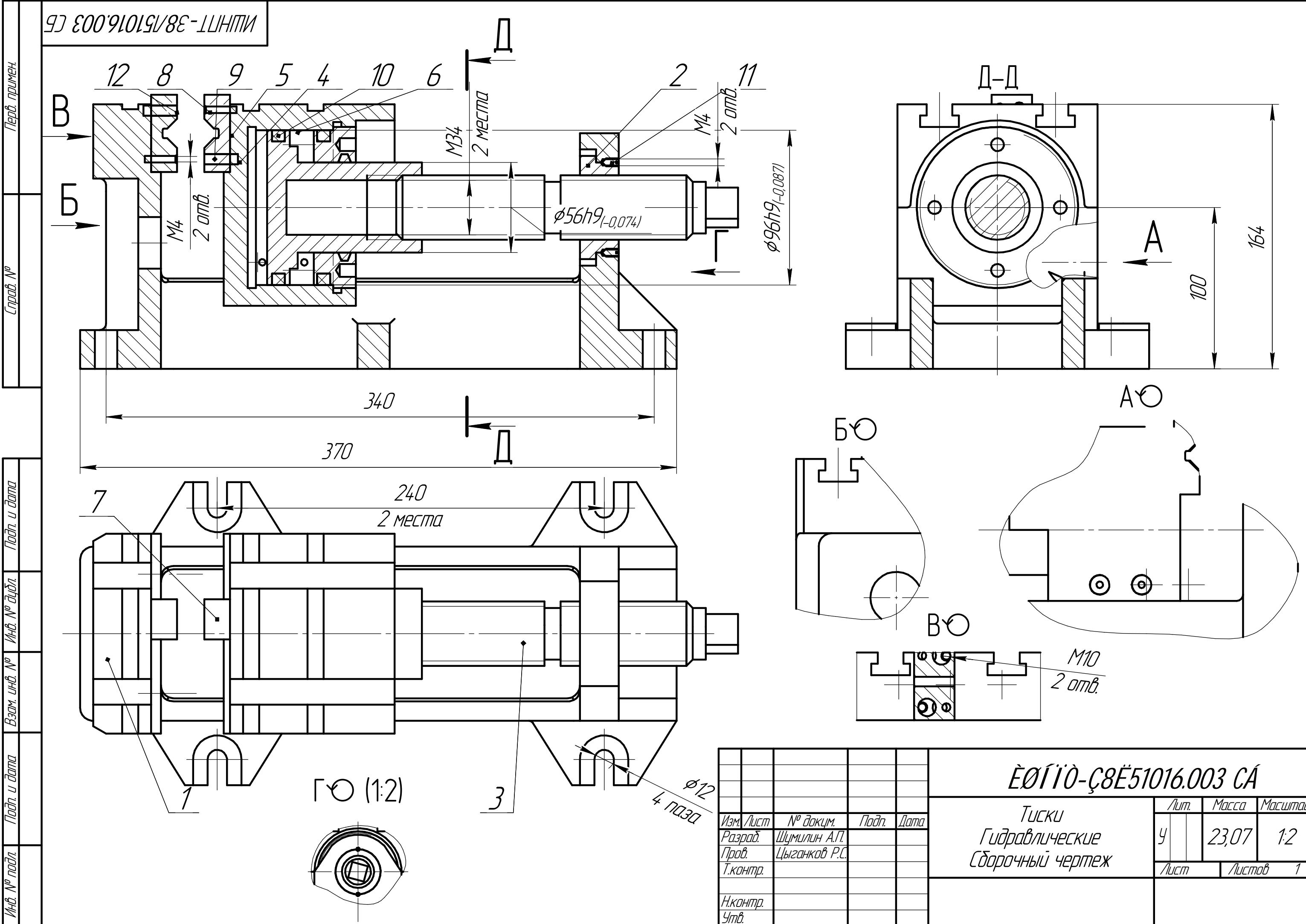
$$K_8=A_{4,5}$$

					ÈØÍ'ÏÒ-Ç8Ë51016.002				
					Ðàçè àðíóóè àíàèèç òàðííèíàè÷àñèíàí íðíòàññà	Lum.	Macca	Macwma	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				1:1	
Разраб.		Шумилин А.П.							
Пров.		Цыганков Р.С.							
Т.контр.									
						Лист	Листов	1	
И.контр.									
Утв.									

Копировал

Формат А3

## Приложение В



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

					ЕОІІО-С8Е51016.003 СА					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Тиски Гидравлические Сборочный чертеж			Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Шумилин А.П.			У					23,07	1:2
Пров.	Цыганков Р.С.									
Т.контр.				Лист				Листов		1
И.контр.										
Утв.										

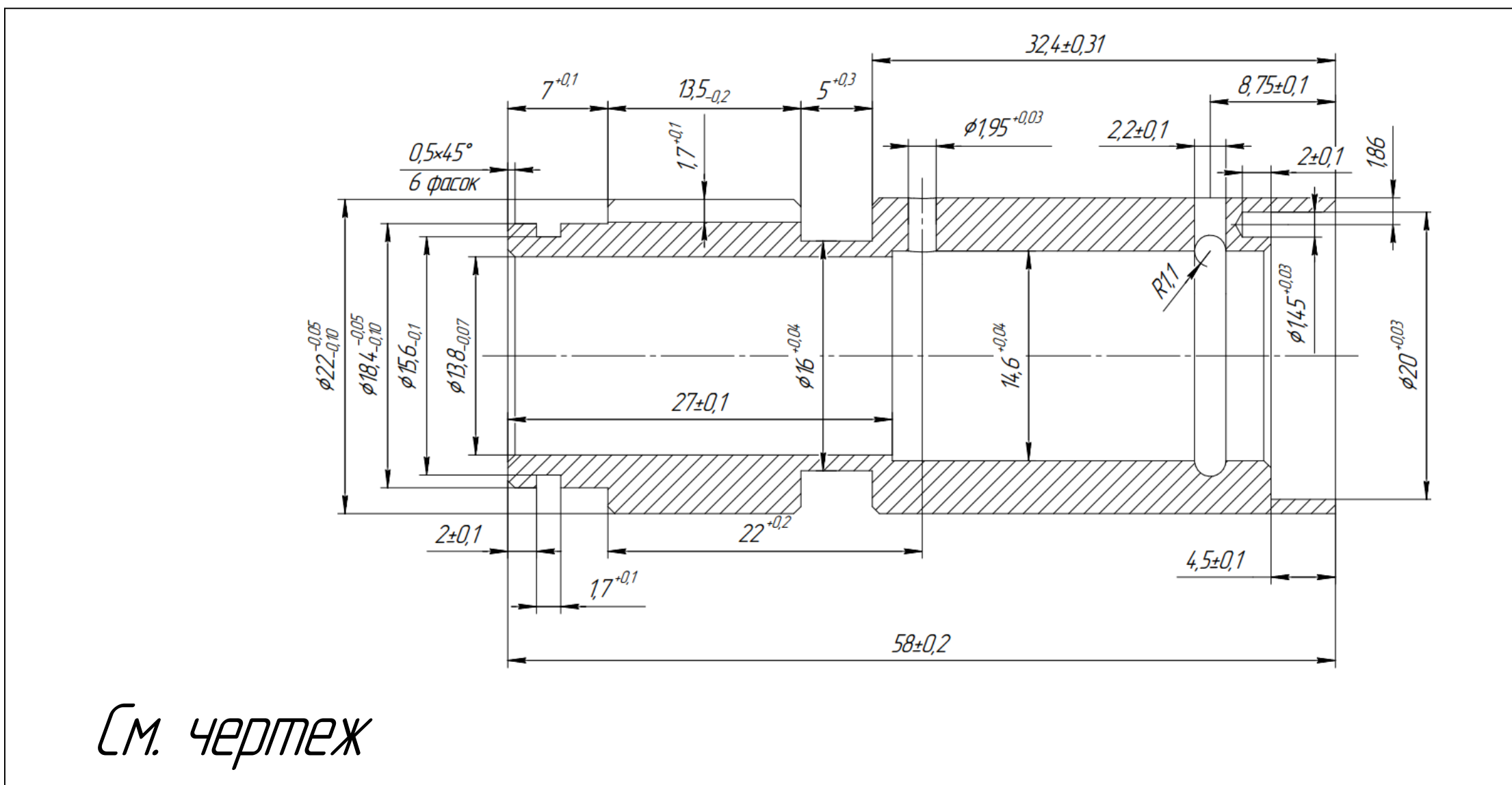
Копировал

Формат А3

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Справ. №						Документация		
					ЁØГГØ-Ç8Ё51016.003 №А	Сборочный чертеж		
						Детали		
			1		ИШНПТ-38/51016.001	Корпус	1	
			2		ИШНПТ-38/51016.002	Поршень	1	
			3		ИШНПТ-38/51016.003	Крышка	1	
			4		ИШНПТ-38/51016.004	Винт	1	
			5		ИШНПТ-38/51016.005	Втулка	1	
			6		ИШНПТ-38/51016.006	Губка подвижная	1	
			7		ИШНПТ-38/51016.007	Пластинка	2	
						Стандартные изделия		
			8			Винт М5*12.58 ГОСТ 1476-64	2	
			9			Винт 2М6*14.58 ГОСТ 1491-72	6	
Инв. № подл.			10			Кольцо СГ 71-54-6 ГОСТ 6418-67	1	
			11			Кольцо Н1-95*85-5,8 ГОСТ 9833-73	2	
Инв. № подл.						ЁØГГØ-Ç8Ё51016.003		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
	Разраб.	Шумилин А.П				Тиски гидравлические		
	Пров.	Цыганков Р.С.						
Н.контр.					Лит. Лист Листов 1			
Утв.								



## Приложение Г



См. чертеж

Национальный исследовательский Томский политехнический университет								ИШНПТ-38/151016.004	
Карта технологического процесса									
Материал	Код ед. величины	Масса де- тали, кг	Заготовка						
Наименование марка			Код и вид	Профиль Размеры	Масса кг				
ЛС59-1		0,1				0,16			

№ перехода	№ операции	Наименование операции и содержание перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие деталей в партии	Диаметр (ширина), мм	Расчетная длина, мм	Число рабочих ходов	Глубина резания, мм	Режим обработки				Нормы времени					
						Режущий	Измерит.						Подача		Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>0</sub>	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к.</sub>	
													мм/об	мм/мин								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
005		Заготовительная  Установить заготовку в призмы  Отрезать заготовку в размеры по чертежу		Дисковый отрезной станок УЕТ MCS-275 (400В)	Призма	Дисковая пила	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89	500	80	22		80		0,1	45	12	1,9				3,27	
010		Токарная с ЧПУ  Установить и закрепить заготовку  1. Подрезать торец в размер 60,4±0,6 мм. 2. Точить внешний диаметр в размер по чертежу на длину 40±0,5 мм. 3. Точить внутренний диаметр в размеры по чертежу 4. Точить внешний диаметр в размер по чертежу		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1			Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89	500	80	21		80		0,4	1000	250	2,18	0,95			3,8	
015		Токарная с ЧПУ  Установить и закрепить заготовку  1. Подрезать торец в размер 58±0,2 мм. 2. Точить внешний диаметр в размер по чертежу на длину 20±0,026 мм. 3. Точить внутренний диаметр в размеры по чертежу 4. Точить внешний диаметр в размер по чертежу		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующий спиральный	Резец проходной, резец подрезной, зенковка коническая	Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90, Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89, Набор КИП ГОСТ 9038-90, Штанген-радусные ГОСТ 4126-82	500	52 52 48,3	8 1 3,6		2,2 2,0	2	0,4	1600	250	0,04 0,78	0,95		5,14 5,2		
020		Фрезерная с ЧПУ  Установить и закрепить заготовку  1. Фрезеровать паз шириной 12±0,215, 7±0,18 и 13,5-0,2 мм. 2. Фрезеровать паз выдерживая размеры R 1,1, 8, 75±0,18 и 14±0,215 мм. 3. Сверлить отверстие Ш1,95±0,03, 29±0,2 мм		Фрезерный обрабатывающий центр VDL 500	Державка цилиндрическая, специальное приспособление	Сверло спиральное ФР6М5 ГОСТ 10933-77 Фреза канцевая Р18 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89	500	40 40	15 2		2,0 1,0	2	0,4	1600	250	2,22	0,95		3,17 3,25		

